



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Físicas
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

**Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua
mediante presión constante y velocidad variable en
centro materno**

MONOGRAFÍA TÉCNICA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

Modalidad – M3

AUTOR

Yuri Ramón RUIDIAS PEREDA

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Ruidias, Y. (2018). *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua mediante presión constante y velocidad variable en centro materno*. Monografía Técnica para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos. Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Hoja de metadatos complementarios

- **Código ORCID del autor:**
- **Código ORCID del asesor:**
- **DNI o pasaporte del autor:** 10681305
- **Grupo de investigación:**
- **Institución que financia la investigación:**
- **Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación:**
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
- **Año o rango de años que la investigación abarcó:**
27.03.2017 – 31.07.2018



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS POR LA MODALIDAD M3, SUFICIENCIA PROFESIONAL

Siendo las 12:00 horas del día martes 31 de julio de 2018 en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, bajo la presidencia del Dr. Ing. MIGUEL ANGEL ORMEÑO VALERIANO y con la asistencia de la MSc. Ing. BEATRIZ LUISA SALVADOR GUTIÉRREZ y del Ing. ADOLFO CARLOS LOZADA PEDRAZA, miembros del Jurado Examinador de Monografía Técnica, de conformidad con la Resolución Rectoral N° 01934-R-02 que aprueba las diferentes modalidades de titulación profesional, se dio inicio a la Sesión Pública de Sustentación de Monografía Técnica en la que el Bachiller YURI RAMÓN RUIDIAS PEREDA puso a consideración del Jurado Examinador su trabajo de Monografía Técnica como parte de los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos por la Modalidad M3, Suficiencia Profesional.

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente e invitó al Bachiller YURI RAMÓN RUIDIAS PEREDA, a realizar la exposición de su trabajo titulado "MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE PRESIÓN CONSTANTE Y VELOCIDAD VARIABLE EN CENTRO MATERNO" durante un tiempo de 30 minutos.


Concluida la exposición del candidato, y luego de las preguntas de rigor de parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller a abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación correspondiente. Se procedió a promediar la nota final obtenida en los cursos del Ciclo de Actualización Profesional (CAP), y el resultado se promedió a su vez con la nota de sustentación de la monografía para hallar el promedio final.

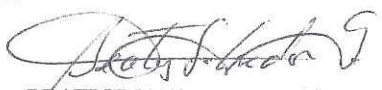
Al término de la deliberación del jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida, la misma que fue:

Diecisiete..... 17.....

El Presidente del Jurado Examinador, el Dr. Ing. MIGUEL ANGEL ORMEÑO VALERIANO, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller YURI RAMÓN RUIDIAS PEREDA Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 13:00 horas del mismo día, se levantó la sesión.


Dr. Ing. MIGUEL ANGEL ORMEÑO VALERIANO
Presidente de Jurado Examinador


MSc. Ing. BEATRIZ LUISA SALVADOR GUTIÉRREZ
Miembro de Jurado Examinador


Ing. ADOLFO CARLOS LOZADA PEDRAZA
Miembro de Jurado Examinador

Dedicatoria

Dedico esta monografía a mi querida Familia, mi esposa mis hijos; en especial a mi madre que siempre me brinda consejos y me da su amor.

Agradecimientos

Primero agradecer a Dios, por guiarme y protegerme.

A mis padres por el apoyo incondicional.

A mi esposa Denisse e hijos Luciana y Paolo; por su confianza y cariño.

A mi hermano Boris por su ejemplo y ayuda.

A mis hermanos porque siempre están en los momentos buenos y malos.

A las personas familiares y amigos que pude conocer y que de alguna forma colaboraron para poder conseguir este logro en mi vida.

Resumen

En la presente monografía se muestra un caso particular de Abastecimiento de agua en un establecimiento de salud, dicho establecimiento cuenta con una primera etapa ejecutada y en esta monografía se considera un mejoramiento en una segunda etapa con equipamiento nuevo; el nosocomio está ubicado donde no existen redes de agua y para superar ello se considera diseñar cisternas y mediante análisis y cálculos (dentro de la rama de Hidráulica) elegir equipos de bombeo necesarios que satisfagan la demanda de agua que se requiere. Al no existir en la zona cuerpo de agua dulce actualmente las formas de acceder al agua es por pilones y cisternas.

Se contempla la implementación de materiales de bombeo directo desde las cisternas de almacenamiento de agua a los canales de reparto interiores por medio de bombas de velocidad variante y fuerza continua. Para ello se realiza el análisis, los cálculos y selección de los equipos de acuerdo a la demanda de consumo de agua en el Centro Materno Infantil.

Con el desarrollo de este trabajo se ha logrado conseguir los resultados esperados en cuanto a la selección de los equipos que finalmente abastecerán de agua potable al centro materno infantil.

INDICE

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN E INFORMACIÓN GENERAL	1
Generalidades	1
Problemática y problema a solucionar.	2
Objetivos de la monografía	2
Objetivo General	2
Objetivos específicos	2
Limitaciones del tema	3
Ubicación y acceso al lugar.	3
Arquitectura del lugar.	3
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
1. Fundamentos teóricos	6
1.1. Concepto de los Fluidos	6
2.2 Clasificación de los fluidos.	7
Flujos Incompresibles.	7
Flujos de la Capa Límite.	7
Flujos Compresibles.	8
Propiedades de los fluidos.	9
Densidad y peso específico.	10
Tensión Superficial.	11

Viscosidad.	11
Compresibilidad.	14
Presión de vaporización.	14
Presión.	15
Hidrodinámica	16
Línea de Corriente, Tubo de Corriente y Volumen de Control.	17
Clasificación del Flujo.	18
Leyes que rigen a los fluidos.	20
El principio de Continuidad.	20
Impulso y cantidad de movimiento.	21
El principio de energía.	25
Resistencia al flujo de fluidos.	27
Resistencia al flujo en tuberías.	28
Regímenes de flujo de fluidos en tuberías: laminar y turbulento.	29
Clasificación del flujo según el Número de Reynolds.	32
Pérdida por fricción el flujo laminar	35
Pérdida de fricción en el flujo turbulento.	35
Efecto del tiempo y uso en la fricción de tuberías.	37
Relación entre la pérdida de presión y la velocidad de flujo.	38
Diagrama de Moody.	39
Formula De Hazen – Williams.	40

Formula Racional o de Darcy – Weisbach.	41
Teoría del Bombeo Hidráulico - Definición y Clasificación de las Bombas	43
Definición de Bombas.	43
Clasificación de las Bombas.	44
Bombas dinámicas	46
Bombas de desplazamiento positivo.	53
Cavitación.	63
Sistemas de Bombeo.	64
Clasificación de los sistemas de bombeo.	65
Curvas del sistema.	66
Características de las bombas.	67
Curva de altura Q-H	68
Curva de Rendimiento.	70
Curva de Consumo:	71
Curva NPSH	72
Punto de Operación de la Bomba.	72
Leyes de similitud en bombas.	74
Tipos de regulación de flujo en bombas centrifugas.	75
Modificación de la curva del sistema sobre el que trabaja la bomba.	76
Modificación de la curva de la bomba.	78
Modificación simultánea de las curvas del sistema y la bomba.	79

Arranque y paro de la bomba.	80
Configuraciones de bombeo.	82
Configuración en serie.	82
Configuración en paralelo.	83
Variación de velocidad en un sistema de bombas en paralelo:	86
Control de Presión Constante.	87
Componentes del sistema de presión constante: Variadores de Frecuencia.	88
Utilidad de los Variadores de Frecuencia.	89
Principales componentes de un variador de frecuencia.	89
Uso de variadores de frecuencia en sistemas de presión de agua constante.	90
Controlador lógico programable (PLC)	92
Utilidad de los PLC.	93
Principales componentes de un PLC.	94
Transmisor de presión.	96
CAPITULO 3 – DESARROLLO DEL TEMA	98
3.1. Condiciones iniciales.	98
3.2 Datos iniciales.	98
3.3 Metodología de cálculo.	98
3.4 Cálculos de ingeniería.	99
3.4.1 Evaluación y Cálculo de Demanda de consumo de agua necesaria.	99
3.4.2 Cálculo del diámetro de la conexión Domiciliaria y Línea de Alimentación.	102

3.4.3 Máxima Demanda Simultánea: Método de Hunter.	107
3.4.4 Diseño de los sistemas de bombeo.	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFIA	124

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rugosidades de diferentes materiales	36
Tabla 2: <i>Coeficientes Hazen - Williams</i>	41
Tabla 3: Cuadro de demanda de agua obtenido en Centro Materno	99
Tabla 4: <i>consumo de agua caliente</i>	101
Tabla 5: <i>demanda</i>	101
Tabla 6: <i>Valores</i>	105
Tabla 7: <i>Demanda interna y externa</i>	108

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: <i>Vista en 3D del Lugar</i>	4
Ilustración 2: <i>Ubicación Geográfica del Lugar</i>	4
Ilustración 3: <i>Distribución de Área (m²)</i>	5
Ilustración 4: <i>Diagrama de definición de la Viscosidad</i>	12
Ilustración 5: <i>Volumen de control y tubo de corriente</i>	18
Ilustración 6: <i>Flujo en un tubo de corriente</i>	22
Ilustración 7: Fuerzas que actúan en un elemento diferencial de masa en un fluido	25
Ilustración 8: <i>Diagrama de ecuación de Bernoulli</i>	26
Ilustración 9: Flujo laminar. Representación de un fluido dentro de una tubería con una corriente sin turbulencia.	30
Ilustración 10: Flujo en la zona crítica entre las zonas laminar y de transición. A velocidades críticas los filamentos comienzan a distorsionarse y romperse indicando que el flujo empieza a ser turbulento	30
Ilustración 11: Flujo turbulento. En este flujo los filamentos se pierden y la corriente es totalmente turbulenta.	31
Ilustración 12: <i>Diagrama de Moody</i>	39
Ilustración 13: <i>Clasificación de las Bombas</i>	45
Ilustración 14: <i>Bomba Centrífuga del tipo voluta</i>	48
Ilustración 15: <i>Bomba Centrífuga del tipo difusor</i>	49
Ilustración 16: Bomba centrífuga de flujo mixto	50

Ilustración 17: <i>Bomba Centrífuga de flujo axial</i>	51
Ilustración 18: <i>Bomba Periférica tipo turbina regenerativa</i>	52
Ilustración 19: <i>Bomba Periférica tipo turbina vertical</i>	53
Ilustración 20: <i>Bomba reciprocante de Acción directa</i>	54
Ilustración 21: <i>Bomba Reciprocante del tipo potencia</i>	55
Ilustración 22: <i>Bomba Reciprocante del tipo diafragma</i>	56
Ilustración 23: <i>Bomba Reciprocante del Tipo Rotatoria - Pistón</i>	57
Ilustración 24: <i>Bomba rotatoria de Engranes</i>	59
Ilustración 25: <i>Bomba Rotatoria de Leva y Pistón</i>	60
Ilustración 26: <i>Bomba de aspas helicoidales y de tornillo</i>	61
Ilustración 27: <i>Bomba rotatoria de tipo lobular</i>	62
Ilustración 28: <i>Bomba rotatoria de tipo bloque de Vaivén</i>	62
Ilustración 29: <i>Formación de burbujas en la cavitación</i>	63
Ilustración 30: <i>Respuesta de la curva $Q-H$ en cavitación</i>	64
Ilustración 31: <i>Carga estática</i>	65
Ilustración 32: <i>Curva total del sistema</i>	67
Ilustración 33: <i>Curva de rendimiento para bomba centrífuga</i>	68
Ilustración 34: <i>Curva de rendimiento para varios diámetros de impulsor</i>	68
Ilustración 35: <i>Curva teórica $Q-H$</i>	69
Ilustración 36: <i>Curva típica $Q-H$</i>	69
Ilustración 37: <i>Curva de rendimiento</i>	71

Ilustración 38: Curva típica de consumo para bomba centrífuga	71
Ilustración 39: <i>Punto de operación de la bomba</i>	72
Ilustración 40: <i>Punto de operación vs Rendimiento</i>	73
Ilustración 41: <i>Leyes de afinidad en bombas centrífugas</i>	74
Ilustración 42: <i>Comportamiento de la curva del sistema</i>	77
Ilustración 43: Control de flujo por variación de velocidad en la bomba	78
Ilustración 44: Variación simultánea de las curvas del sistema y la bomba	80
Ilustración 45: Curva de rendimiento de la bomba al variar la velocidad	81
Ilustración 46: <i>Bombas conectadas en serie</i>	82
Ilustración 47: Curva de sistema y de rendimiento en conexión en serie	83
Ilustración 48: <i>Bombas en paralelo</i>	84
Ilustración 49: <i>Curvas Q-H en paralelo</i>	85
Ilustración 50: Curva Q-H en paralelo y curva de sistema	85
Ilustración 51: <i>Bombeo en paralelo</i>	87
Ilustración 52: <i>Sistema de presión constante</i>	88
Ilustración 53: Etapas principales de un variador de frecuencia	90
Ilustración 54: Consumo relativo de potencia en función del flujo con diferentes tipos de control	91
Ilustración 55: <i>Controlador Lógico Programable</i>	94
Ilustración 56: Transmisor de presión	97
Ilustración 57	104

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

Generalidades

El Centro Materno Infantil ubicado en Pachacutec, es uno de las oficinas de sanidad de mayor rango resolutivo en el distrito de Ventanilla que ofrece el servicio materno infantil de emergencia las 24 horas, inició sus labores el 12 de mayo de 2008.

En 2011, y ante pedidos de la población y autoridades se decide llevar a cabo la ampliación y mejoramiento. En 2012, se declaró viable la exploración de antes inversión a rango de figura: “Aumento y progreso de asistencia de sanidad en el nosocomio de madres infantil Pachacútec, Perú-Corea”.

Pachacútec tiene escasa disponibilidad de agua puesto que no cuenta con redes de abastecimiento de agua y desagüe. No existe cuerpo de agua dulce en la zona. El Centro Materno Infantil es abastecido por tanques cisternas en la etapa de construcción y ejecución, hasta que se realice el proyecto de agua potable. Actualmente las formas de acceder al agua es por pilones y cisternas.

Se realiza un mejoramiento con relación a la primera etapa la cual cuenta con un tanque elevado y bomba centrífuga para abastecer de agua; en esta segunda etapa y tema de la presente monografía se contempla la utilización de instrumentos de bombeo directo desde las cisternas de almacenamiento de Agua a los canales de repartición interiores por medio de la implementación de rapidez variante y opresión continua. Para ello se realiza los cálculos.

Problemática y problema a solucionar.

La localidad no cuenta con redes de agua potable; el suministro de agua potable será de manera indirecta a través de cisternas. Se ha determinado la utilización de instrumentos de bombeo directo desde las cisternas de almacenamiento de Agua a los canales de repartición interiores por medio de la aplicación de instrumento bombas de velocidad variante y opresión continua, los cuales serán seleccionados previo análisis y cálculos dentro de la rama de hidráulica.

Objetivos de la monografía**Objetivo General**

Obtener un mejoramiento en el abastecimiento de agua con equipamiento nuevo y garantizar mediante análisis y cálculos de la rama de Hidráulica, la correcta elección de equipos y elementos necesarios en el método de repartición de agua potable, para satisfacer la demanda de consumo de agua.

Objetivos específicos

- a. Análisis de la demanda de Agua, obtenido del lugar.
- b. Determinar las características principales del sistema y equipos que requiere el sistema.
- c. Validar el método de opresión de agua continua y velocidad variable, que permite el suministro de agua adecuado.

Limitaciones del tema

La nula de datos falta de información en cuanto a número de camas en las diferentes especialidades e información de cantidad de personal en oficinas podría arrojar un valor no exacto en cuanto a la demanda real de consumo de agua.

Delimitación del tema: en la presente monografía obtenemos los parámetros necesarios que se encuentran dentro de la rama de hidráulica para con ellos seleccionar el equipo adecuado que cumpla en abastecer la demanda de agua.

Ubicación y acceso al lugar.

Dirección: Av. Huáscar, Manzana X, Lote 01 del Asentamiento Humano (AA.HH.) Hiroshima, Ciudadela Pachacútec.

Distrito: Ventanilla; Provincia Constitucional del Callao.

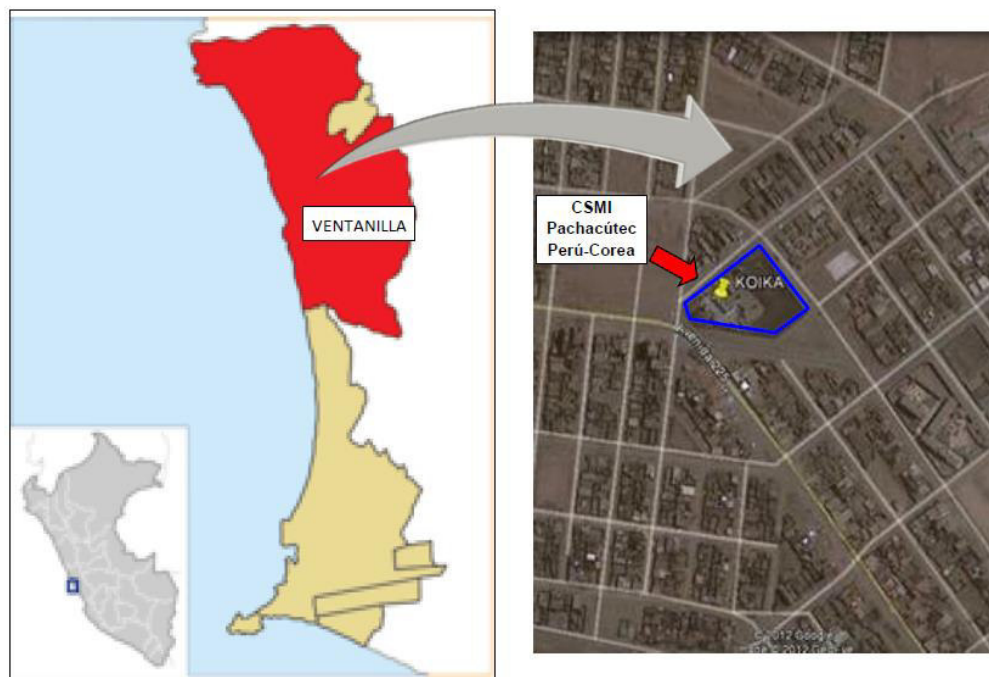
La accesibilidad por medio de carros y de a pie por la Av. prolongación 225.

Arquitectura del lugar.

Primer Nivel: En el presente rango se tiene UPSS: Emergencia, Imagen, Patología Clínica, Nutrición (cafetería), Lavandería, Servicios generales, Sala de partos , rayos x , laboratorio , esterilización , administración, TBC y consultorios.

La accesibilidad de Emergencia se da mediante un ingreso vehicular y peatonal por la Av. prolongación 225.

Segundo Nivel: en el presente rango encontramos a Obstetricia, Esterilización, SUM.



Fuente: Google Earth

Ilustración 2: Ubicación Geográfica del Lugar



Ilustración 1: Vista en 3D del Lugar

CUADRO DE AREAS (M2)							
PISOS	AREAS DECLARADAS						
	EXISTENTE	DEMOLICIÓN	NUEVA	AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	PARCIAL
				AREA TECHADA	AREA TECHADA METALICA		TOTAL
PRIMER PISO	1110 m2	134.74 m2		1372.70 m2	44.52 m2	158.00 m2	
SEGUNDO PISO	152.25 m2			653.84 m2	128.45 m2		
TERCER PISO				36.38 m2			
SOTANO				46.00 m2			
OBRA DE EXTERIORES (INTERIOR)			480.80 m2 V			199.00 m2	
VEREDA Y PISTA			514.60 m2 P				
OBRA DE EXTERIORES (EXTERIOR)			16.00 m2 V				
VEREDA Y PISTA			8.00 m2 P				
OBRA DE INTERIOR Y EXTERIOR			480.96 m2 V				
VEREDA Y PISTA- TOTAL			514.68 m2 P				
AREA TECHADA TOTAL	1262.25 m2	127.8 m2		2108.92 m2	172.97 m2		
AREA LIBRE (63.62%)							3501.76 m2
AREA DEL TERRENO							5504.10 m2

Ilustración 3: Distribución de Área (m2)

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1. Fundamentos teóricos

1.1.Fluidos

Se centran en tres niveles solidos : fuerte, fluido y vaporoso. Los dos últimos se conocen como líquidos y, por lo tanto, se explican por el hecho de que sus partículas constituyentes fluyen o se mueven persistentemente bajo la actividad de poderes de distracción, debido a su baja unión intermolecular, se quedan cortos en su propia forma y reciben el estado de el compartimento que abarca. Entonces, nuevamente, lo duro se distorsionan con extensión caracterizada y vuelve a su aspecto único hacia el final de la actividad de deformación, siempre y cuando no supere la corriente del material.

Los líquidos tienen la normal general para recibir el estado del titular que los contiene. En cualquier caso, los fluidos mantienen un volumen caracterizado en estados de peso, grados acumulados, estructuran un interfaz o base amplio con el fluido y el aire.

Entonces, nuevamente, el vapor a un peso y calor específicos también muestran una masa específico, sin embargo, a medida que se descargan, crecen hasta que poseen la masa en su totalidad del compartimento que lo trae y no tienen una base libre.

Las propiedades que afectan la conducción de la corriente de todos los líquidos incorporan espesor, gravedad explícita, consistencia y, en casos específicos, deformación de la superficie, peso de vaporización y compresibilidad.

2.2 Clasificación de los fluidos.

Flujos Incompresibles.

Daniel Bernoulli, articulado por el matemático e investigador suizo. La hipótesis expresa que la vitalidad mecánica absoluta de la corriente incompresible y no gruesa es consistente en este arduo camino. El recorrido de la energía son las líneas imaginarias de la corriente que son constantemente paralelas al curso de la corriente en cada punto y debido a que la corriente uniforme concuerda con la dirección de las partículas líquidas individuales. La hipótesis de Bernoulli incluye una conexión entre los impactos del peso, la velocidad y la gravedad, y la señal de que la rapidez crece mientras el peso disminuye.

Esta regla es esencial para la estimación de los resultados, no obstante ,se aplica para anticipar la potencia de elevación de un ala en vuelo.

Flujos de la Capa Límite

En el año 1860, el entusiasmo de la vitalidad cinemática estaba restringido únicamente a la corriente de agua. La mejora del negocio de la sustancia. La última pieza del siglo XIX. El entusiasmo por las características simplificadas comenzó con las investigaciones del arquitecto Otto Lilienthal en el siglo XIX y los resultados vitales en su primer vuelo de motor realizado por los creadores estadounidenses Orville y Wilbur Wright en 1903.

La naturaleza multifacética de las corrientes pegajosas, y especialmente de las corrientes tempestuosas, limitó enormemente el avance de los elementos de los líquidos, puesto que, el arquitecto de nacionalidad alemana Prandtl vio en 1904 que numerosas corrientes donde se aíslan en las áreas primordiales. El lugar más cercano a la superficie está formado por una capa delgada donde se mueven las capas gruesas y en las que se puede mejorar extraordinariamente el modelo numérico. Fuera de esta capa límite, se puede ignorar el objetivo de la consistencia y se pueden utilizar las condiciones numéricas menos complejas para las corrientes no pegajosas.

La hipótesis de la capa límite ha hecho concebible una parte extensa de la mejora de las alas de la máquina voladora actual y el avance de las turbinas de gas y los sopladores. Sin embargo, la capa límite del cuerpo de Navier-Stokes en el área proximal de la superficie corporal provocó otras perspectivas en la hipótesis de la variación de líquido no pegajoso, que se puede conectar fuera de la capa límite. Una fracción significativa de la mejora de vanguardia de la mecánica de líquidos, concebida por la idea de la capa límite, se debe a los analistas.

Flujos Compresibles.

Uno de los estándares esenciales de la corriente accesible es que el espesor de un fluido varia cuando está expuesto a cambios sustanciales en la rapidez y el peso. Mientras tanto, el calor varia, lo que genera inconvenientes de exámenes progresivamente fáciles. La conducción de la corriente de un fluido accesible depende

de si la rapidez de la corriente es más notable o no exactamente la rapidez del ruido. El ruido es la distribución de una mínima agravación o onda de peso, dentro de un líquido. La velocidad del sonido notable a 20°C (293 grados Kelvin en escala absoluta) es uno de los 344 metros por cada segundo. En la posibilidad remota de que la velocidad del sonido (flujo subsónico), las ondas de peso puedan transmitirse a través de todo el líquido sin ajustar el flujo, se coordina hacia un artículo. De esta manera, la corriente subsónica que se dirige hacia el ala de un avión se modificará con cierta separación de antemano para que se transmita fácilmente de manera superficial. En el flujo supersónico, las ondas de peso no pueden hacer un viaje corriente arriba para ajustar el flujo.

Propiedades de los fluidos.

Las sustancias de una condición en medio del camino son importantes entre los estados fuertes y vaporosos. Las partículas de los fluidos no son tan cercanas como las de los sólidos, pero están menos aisladas que la de los gases.

Las investigaciones de fluidos con rayos X han demostrado la presencia de un nivel específico de consistencia atómica que cubre un par de mediciones subatómicas. En ciertos fluidos, los átomos tienen la introducción preferida, lo que hace que el fluido tenga anisotrópico (propiedades, por ejemplo, el registro refractivo, que fluctúa según el curso del material).

En los estados adecuados de temperatura y peso, la mayoría de las sustancias pueden existir en un estado fluido. Al peso del aire, en cualquier caso, algunos sólidos los subliman cuando se calientan; es decir, van legítimamente del estado fuerte al estado vaporoso.

El espesor de los fluidos es generalmente en cierto grado menor que el espesor de una sustancia similar en estado fuerte. Algunas sustancias, por ejemplo, el agua, son más densas en el estado fluido. Los fluidos son representados por una protección contra la corriente llamada espesor. La consistencia de un fluido se reduce con la temperatura de expansión y aumenta con el peso en expansión.

La consistencia también se identifica con la naturaleza multifacética de los átomos que forman el fluido: es baja en gases latentes condensados y alta en aceites sustanciales.

El peso de un vapor en armonía con su estructura fluida, el presunto peso de vapor, solo depende de su temperatura; su incentivo a una temperatura dada es una marca registrada de todos los fluidos.

Densidad y peso específico.

La densidad (ρ) se caracteriza como la medida de masa por unidad de volumen de una sustancia. Esta propiedad se ve afectada por cambios en la temperatura y el peso.

Donde V es el volumen de la masa m y sus unidades en SI son Kg/m^3 .

$$\rho = \frac{m}{V}$$

La Tabla 1 muestra que el espesor del agua se estima para temperaturas de 0 ° C a 100 ° C. Se observa que, como diferentes fluidos, el espesor cambia marginalmente con respecto a la temperatura.

Tensión Superficial.

El límite entre un fluido y un gas continúa como si fuera una capa, que tiene cierta potencia dúctil que se puede medir por unidad de longitud [N / m] y se conoce como tensión superficial (σ).

En general, la tensión superficial es de poco tamaño en la mayoría de los problemas de flujo de líquidos. Sea como sea, en aplicaciones específicas, por ejemplo, en la visualización impulsada por presión, donde podrían estar disponibles accesorios pequeños, el impacto de la deformación de la superficie podría ser más relevante en el modelo que en el modelo, por lo que podría ajustar la conducta de la corriente en el modelo.

Viscosidad.

La consistencia de un líquido es una proporción de su protección contra la corriente [N · s / m²] en un dominio donde se ha sofocado la perturbación. Para caracterizar el grosor, se utiliza un curso de acción tal como aparece en la Figura 1 donde se considera la desfiguración de un líquido contenido entre dos hojas, una de las cuales está en movimiento con una velocidad V_p y la otra es fija. Se espera que no haya un desarrollo relativo entre el líquido y las superficies de las hojas, por lo que se puede

expresar muy bien que el desarrollo de la hoja superior con una velocidad V_p da como resultado un ángulo de velocidades a través del líquido.

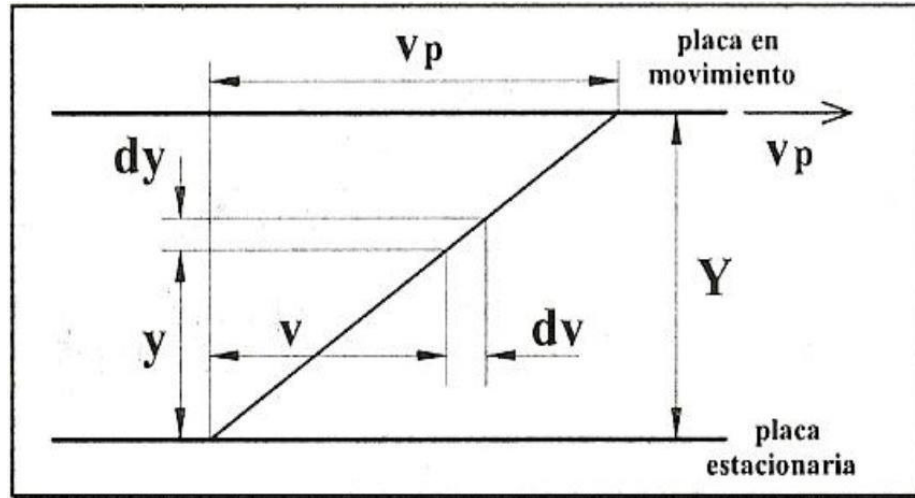


Ilustración 4: Diagrama de definición de la Viscosidad

La potencia necesaria para mantener el desarrollo de la lámina superior se puede comunicar como un componente de la velocidad V_p , el territorio A_n del exterior de la lámina y la separación Y entre las dos láminas:

$$F_{\infty} \frac{A_{V_p}}{Y}$$

Esta relación correspondiente se puede cambiar como condición presentando un coeficiente de conexión μ :

$$\frac{F}{A} = \mu \frac{V_p}{Y}$$

Donde μ es el coeficiente de consistencia dinámico. Por lo tanto, la condición anterior se puede comunicar en su estructura diferencial como:

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy}$$

Donde τ es una presión digresiva y (dv / dy) habla a un ángulo de velocidades.

La conexión recta entre la presión digresiva y la pendiente de la velocidad, normal para los líquidos newtonianos (por ejemplo, el agua), gana sin problemas en el campo de la corriente. Este tipo de flujo se presenta como laminar, como se aclarará más adelante. En el punto en que hay picaduras en la corriente, la calidad de corte se expande firmemente y la presión de corte, para acomodarse, se asocia al ángulo de velocidad por una condición como la del espesor dinámico:

$$\tau = \varepsilon \frac{dv}{dy}$$

Donde ε está el coeficiente de consistencia y es normal para la corriente, en absoluto como que es una propiedad del líquido. La extensión del coeficiente de consistencia se basa en la pendiente de la velocidad, la presión de corte y los diferentes factores, y es perpetuamente más prominente que el coeficiente de espesor dinámico μ .

Un parámetro que es normal de usar en figuraciones impulsadas por agua es el espesor cinemático (ν), que se caracteriza por el resto de la consistencia dinámica en el espesor del líquido [m^2 / s]:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Compresibilidad.

La compresibilidad alude a un cambio de volumen debido a un cambio de volumen que experimenta una sustancia cuando se expone a un ajuste de peso. La cantidad estándar utilizada para cuantificar esta maravilla es el módulo volumétrico de flexibilidad, o básicamente el módulo volumétrico, es decir:

$$E = \frac{-\Delta P}{\Delta V / V}$$

Los fluidos son sumamente incompresibles, lo que demuestra que se requerirá un cambio sustancial en el peso para proporcionar un pequeño cambio en el volumen.

La compresibilidad de un líquido es un factor clave en la velocidad de transmisión de ondas versátiles a través de un líquido, por lo que es fundamental en la investigación de las maravillas de las corrientes sin cambios, por ejemplo, el golpe de ariete.

Presión de vaporización.

En el momento en que la desaparición ocurre en el exterior de un fluido dentro de un espacio cerrado o tanque, el peso incompleto formado por los átomos de vapor se conoce como peso de vaporización (pv).

Se considera que un fluido a cualquier temperatura está en equilibrio con su propio vapor cuando el nivel de transporte subatómico a través de la interfaz de gas fluido es el equivalente en los dos cojinetes. El peso total relacionado con esta convergencia de partículas de gas se caracteriza como el peso de vaporización del fluido.

Presión.

El peso que un líquido aplica sobre los divisores del soporte o tubería que lo contiene, se comunica como el resto de la potencia aplicada por unidad de zona:

$$p = \frac{F}{A} \left[\frac{N}{m^2}, Pa \right]$$

Presión absoluta: el peso aplicado por un líquido sobre la estimación cero.

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{man}$$

Presión atmosférica (P_{atm}): es uno que se mantiene en un lugar debido a la pesadez del clima, por lo tanto, cambia con la altura en relación con el nivel del océano, teniendo cero metros una estimación de 1.033 Kgf / cm² en comparación con un segmento de mercurio de 0.760 mo 10.33 mca

Presión manométrica (P_{man}): el peso que puede examinarse con un instrumento, ya sea positivo (por encima del clima) o negativo (por debajo del medio ambiente o vacío), sin pensar en el peso del aire y, de esta manera, como regla general se denomina peso relativo.

Presión de vacío: Peso de vacío: este peso ocurre cuando un líquido aplica un peso por debajo del peso barométrico. La conexión entre pesos climáticos, absolutos y de vacío se muestra a continuación.

$$P_{vacío} = P_{atm} + P_{abs}$$

Presión de vapor: El peso de vapor en el peso de inmersión más general es el peso con el que la temperatura y las etapas de vapor están en equilibrio; Su estima es autónoma de las medidas de fluido y vapor presentes mientras que ambas existen. En la circunstancia de equilibrio, las etapas se denominan fluido sumergido y empapado en vapor.

Hidrodinámica

Desde la perspectiva identificada con el vehículo de líquidos, es valioso romantizar la corriente de un líquido como la de un medio continuo, es decir, sin tener en cuenta los desarrollos irregulares impredecibles en la dimensión subatómica. La investigación de flujo permite decidir las cualidades de ciertos factores del campo de flujo como un elemento de tiempo; Estos factores incorporan velocidad, peso y grosor.

Línea de Corriente, Tubo de Corriente y Volumen de Control.

En el examen de la corriente líquida, una idea útil es aquella identificada con la línea actual, que se caracteriza como una curva persistente en el campo de la corriente donde, en cualquier momento de la curva, el vector cercano de la velocidad es la digresión a la curva. En este sentido, la línea actual habla del camino de la corriente.

A la luz de esto, un cilindro presente, habla del volumen básico de un campo de corriente. Tiende a ser representado como un cilindro de fantasía cuya superficie marginal está creada por líneas actuales y los acabados están conformados por regiones típicas del curso de la corriente. La corriente de líquido pasa a través de la zona terminal del presente cilindro y no puede pasar a través de la superficie de la franja, ya que es producida por las líneas actuales y funciona como un límite virtual. Las regiones terminales son lo suficientemente escasas con el objetivo de que cualquier variedad de velocidad en el área transversal puede ser descartada.

Una gran cantidad de cilindros de corriente adyacentes dan forma para controlar el volumen, que tiene atributos indistinguibles de un cilindro presente, aparte de que hay una variedad de velocidad sobre los territorios terminales (ver ilustración 5)

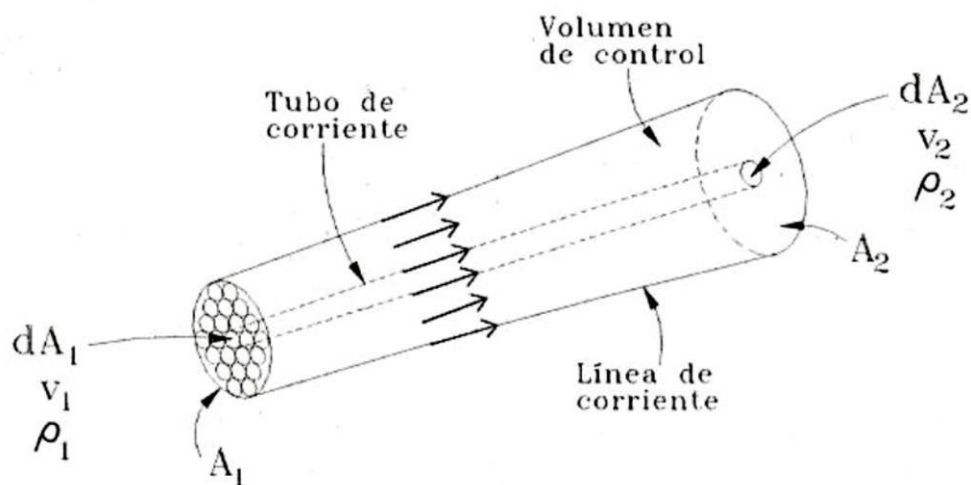


Ilustración 5: *Volumen de control y tubo de corriente*

Clasificación del Flujo.

El flujo de líquidos puede agruparse desde numerosos puntos de vista, según diversos criterios y según sus atributos distintivos, a continuación se encuentran los más normales en Mecánica de Fluidos.

Según lo indicado por su variedad en el tiempo, el flujo se puede denominar perpetuo si el vector de velocidad v no cambia como el tiempo en cualquier momento del volumen de control; De lo contrario, se llama no duradero. Lo anterior se comunica en términos científicos, por ejemplo.

$$\left(\frac{\partial v}{\partial t} \right)_{x_0, y_0, z_0} = 0 \rightarrow \text{Flujo Permanente}$$

$$\left(\frac{\partial v}{\partial t} \right)_{x0,y0,z0} \neq 0 \rightarrow \text{Flujo No Permanente}$$

Cuando están ordenados por su variedad en el espacio en un tiempo dado t_0 , el flujo es uniforme si el vector de velocidad es consistente a lo largo de la (s) forma (s) del flujo. Si no, se llama no uniforme. Esto es:

$$\left(\frac{\partial v}{\partial s} \right)_{t_0} = 0 \rightarrow \text{Flujo Uniforme}$$

$$\left(\frac{\partial v}{\partial s} \right)_{t_0} \neq 0 \rightarrow \text{Flujo No Uniforme}$$

Por los motivos de la investigación de la corriente de agua en los arreglos de tuberías, se considera una corriente uniforme perpetua, que ocurre a una distancia fija a través de embudos que dirigen una corriente constante.

Otro orden vital alude al nivel de picado que presenta la corriente. En el punto en que la corriente de un líquido se mantiene por límites fuertes, hasta el punto de que la mezcla paralela arbitraria de sus átomos opuestos a la corriente es irrelevante, la corriente se presenta como laminar, es decir, la corriente se da en capas. Con una base de intercambio de medida de desarrollo entre capas. Por otra parte, si la mezcla horizontal es enorme, la corriente se delega tempestuosa. Las definiciones anteriores no demuestran un modelo inconfundible para organizar el flujo como lo indica su

perturbación, con el objetivo de que luego se espera que la regla típica decida si un flujo es laminar o violento.

Hay dos órdenes diferentes de la corriente, uno de ellos caracteriza a la corriente como rotacional si las partículas líquidas experimentan un giro alrededor de su punto focal de masa; En el caso de que no haya tal revolución, la secuencia se asigna como irrotacional. Donde hay una inclinación de las velocidades en el espacio, por ejemplo, ocurre en algunas circunstancias de flujo genuinas, por ejemplo, en la capa límite, existe inevitablemente un nivel específico de giro. La corriente es claramente rotacional cuando se doblan las líneas presentes.

Por fin, la corriente se puede delegar en compresible si el espesor del líquido se desplaza a lo largo de la corriente, y es incompresible si el ajuste en el grosor es insignificante. Para fines terrestres, el flujo de fluidos se considera incompresible.

Leyes que rigen a los fluidos.

El principio de Continuidad.

Las ideas de la tubería actual y el volumen de control fomentan el uso de la regla de protección del problema, o la "pauta de progresión" como se conoce en Fluid Mechanics. Por ejemplo, cuando está conectado en estados de flujo duradero, es bien sabido que la medición de la masa dentro del cilindro o el volumen de control no cambia como en el tiempo, de esta manera, la medida de la transmisión de masa del volumen de control es Equivalente a la medida de masa que ingresa al volumen de

control. En un cilindro presente, la directriz de composición de congruencia podría entonces ser conectada.

$$\rho_1 dA_1 v_1 = \rho_2 dA_2 v_2$$

Y en un volumen de control:

$$\overline{\rho_1 A_1 v_1} = \overline{\rho_2 A_2 v_2}$$

Donde ρ y v hablan de las cualidades normales de estos parámetros y A_n es la región del segmento cruzado.

Impulso y cantidad de movimiento.

La segunda ley de Newton relaciona la potencia, F con la tasa de progreso de la fuerza (mv), donde mv es el resultado de la masa por velocidad:

$$F = \frac{d}{dt}(mv)$$

Considere el uso de este estándar para cambiar una corriente como la introducida en un cilindro presente que aparece en la Ilustración 6

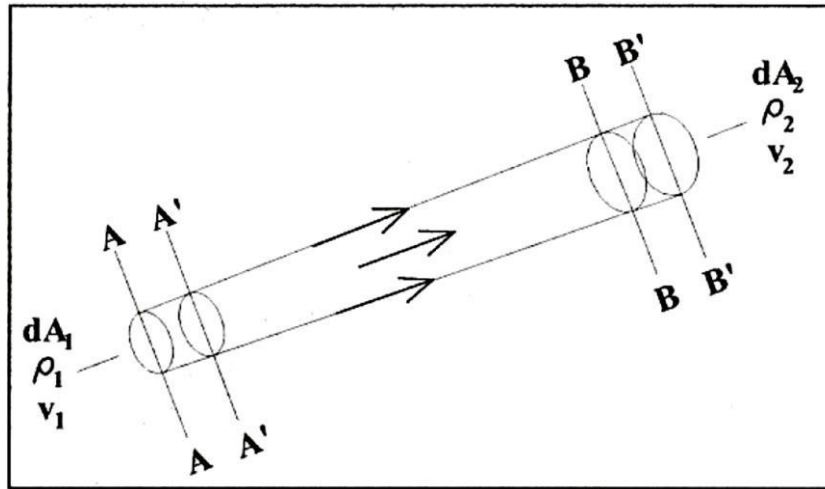


Ilustración 6: Flujo en un tubo de corriente

En el tiempo t_0 , el presente cilindro contiene una medida específica de masa entre los territorios transversales terminales AA y BB. Después de un período interino, la masa pasada se ha trasladado a una situación entre los segmentos A'A 'y B'B'. Por lo tanto:

Cantidad de movimiento inicial
$$F = \sum_{BB}^{AA} dm v$$

Cantidad de movimiento final
$$F = \sum_{B'B'}^{A'A'} dm v$$

Como la corriente es perpetua, no hay ajuste en la medida de desarrollo en ningún momento dentro de los cilindros actuales, es decir, la medida del movimiento suave permanece inalterada en el espacio entre los segmentos A'A 'y B' B ', que tiene un

lugar con Ambos cilindros de corriente. Por lo tanto, la diferencia de fuerza en el tiempo intermedio puede ser como:

Cambio de cantidad de movimiento

$$F = \sum_{BB}^{B'B'} dm v - = F \sum_{AA}^{A'A'} dm v$$

Lo cual, escrito en términos de ρ , dA y v , se escribe

Cambio de movimiento

$$(\rho_2 dA_2 v_2 dt) v_2 - (\rho_1 dA_1 v_1 dt) v_1$$

La razón de cambio de cantidad de movimiento correspondiente da como resultado la magnitud de la fuerza aplicada F :

$$F = \rho_2 dA_2 v_2^2 - \rho_1 dA_1 v_1^2$$

El término $\rho_2 dA_2 v_2^2$ habla de la tasa de progreso del rendimiento del cilindro actual, mientras que $\rho_1 dA_1 v_1^2$ es la tasa de progreso de la información. En este sentido, la potencia conectada se compara con la distinción en el flujo de energía a través de las zonas terminales del presente cilindro. Se ve que esta potencia está conectada a la masa de líquido contenida en el presente cilindro por la masa de líquido que abarca el presente cilindro.

Al considerar una corriente no duradera, el ajuste de la energía en la masa de líquido contenida en el presente cilindro también debe considerarse.

El estado de la relación de cambio de energía se puede conectar a un volumen de control:

$$F = \sum_{A_2} \rho_2 dA_2 v_2^2 - \sum_{A_1} \rho_1 dA_1 v_1^2$$

Escrito en términos de la velocidad media \bar{v} :

$$F = \beta_2 \rho_2 dA_2 \bar{v}_2^{-2} - \beta_1 \rho_1 dA_1 \bar{v}_1^{-2}$$

Donde β el factor de ajuste de energía (coeficiente de Boussinesq), que permite el uso de la velocidad normal en el uso del estándar de fuerza para controlar el volumen.

Se consigue de forma acompañante.

$$\beta \rho A \bar{v}^{-2} = \sum_A \rho dA \bar{v}^{-2}$$

De donde

$$\beta = \frac{1}{A} \sum \left(\frac{v}{\bar{v}} \right)^2 dA$$

Con una transmisión feroz en los canales, β está comúnmente por debajo de 1.1; y en flujo laminar en embudos, β toma la estimación de 1.33.

El principio de energía.

Para aplicar la guía de vitalidad, pensamos en la corriente glorificada de un componente diferencial de la masa de un líquido junto con la línea de corriente, tal como aparece en la Ilustración 7.

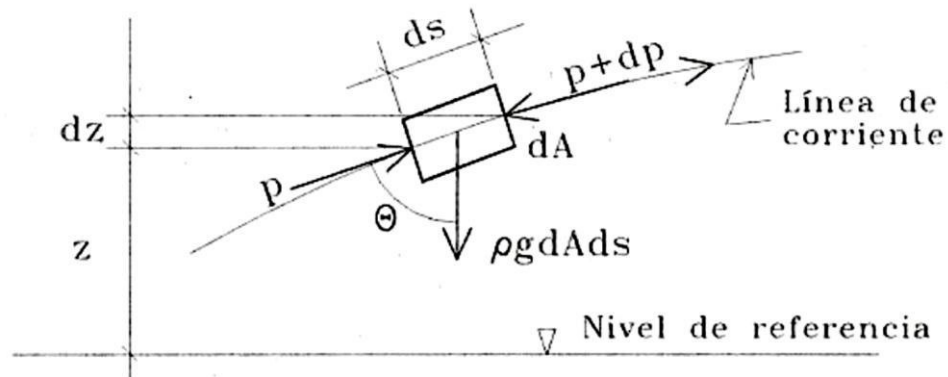


Ilustración 7: Fuerzas que actúan en un elemento diferencial de masa en un fluido

Aplicando la segunda ley de Newton al elemento diferencial de masa,

$$p dA - (p + dp) dA - \rho g dA ds \cos \theta = \rho dA ds \frac{dv}{dt}$$

Z es un nivel de referencia, p el peso, A el territorio de la sección transversal del volumen de control y la separación estimada a lo largo de un pivote con un enfoque de las líneas actuales.

Dado que $ds \cos \theta = dz$ y $dv / dt = v (dv / ds)$ en una secuencia duradera, la condición se puede componer como:

$$\frac{dp}{\rho} + g dz + v dv = 0$$

Que se conoce como la ecuación de Euler; y alude a una corriente irrotacional
duradera de un líquido perfecto a lo largo de una línea presente.

La conciliación de la condición de Euler a lo largo de una línea presente resulta en:

$$\int \frac{dp}{\rho} + gz + \frac{v^2}{2} = \text{constante}$$

En la posibilidad remota de que la corriente sea incompresible, es decir, el grosor ρ
es consistente y autónomo del peso, en ese punto:

$$\frac{P}{\rho} + gz + \frac{v^2}{2} = \text{constante}$$

Que se conoce como la condición de Bernoulli, y alude a la corriente de un líquido
perfecto junto con una línea presente en la corriente perpetua, irrotacional e
incompresible.

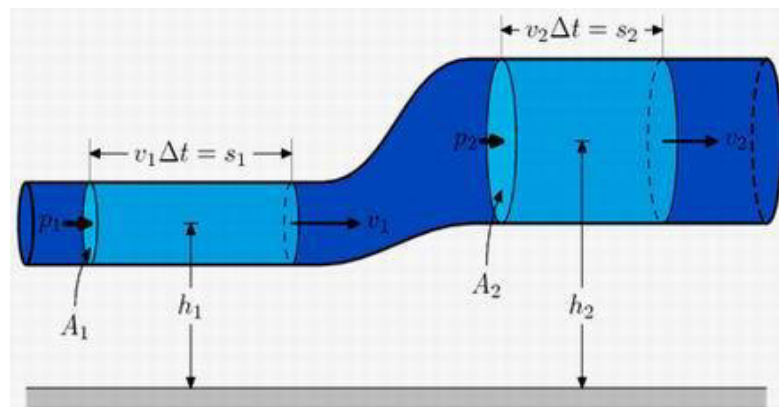


Ilustración 8: Diagrama de ecuación de Bernoulli

En el momento en que se utiliza la condición de Bemoulli en el examen de la corriente de fluidos, es estándar que se componga de la siguiente manera:

$$z + \frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} = \textit{constante}$$

Cada término de la condición de Bernoulli tiene unidades de longitud (m) o de la supuesta "carga impulsada por presión" en metros del segmento de agua (mca). Su totalidad habla de la acusación absoluta de un nivel de referencia caracterizado por z. Con respecto a la corriente incompresible, el término de peso alude al peso de verificación.

Resistencia al flujo de fluidos.

La protección contra la corriente de líquidos se debe a los poderes de arrastre aplicados al mover líquidos sobre las superficies de límite fuerte de los conductores de corriente. Este arrastre resulta de la forma en que no hay filtración o desarrollo relativo en la interfaz de contacto entre el líquido y el límite fuerte, lo que provoca una alta variedad de preocupaciones de cizallamiento en la capa líquida contigua. Este deforme de la cizalla se muestra como un ángulo espacial de la velocidad hacia una trayectoria ordinaria hacia el exterior de la franja, disminuyendo en grandeza a medida que se mueve desde la periferia.

La presencia de un ángulo de velocidad sugiere una presión de corte causal, que es básica para mantener la corriente y es una proporción de la protección de la corriente. En el

punto en que la corriente es laminar, es decir, no hay perturbaciones en la corriente, el resto del peso de corte del vecindario en el la pendiente de velocidad es una constante. Esto es consistente por definición el espesor del líquido μ .

Resistencia al flujo en tuberías.

En cualquier caso, cuando las condiciones de la corriente son tempestuosas, la conexión entre la presión de corte y el ángulo de la velocidad se torna cada vez más impresionante, siendo más una propiedad de la corriente que del líquido.

Los embudos son los conductores más frecuentemente utilizados para el vehículo de líquidos (gases y fluidos). Se entregan con un amplio surtido de materiales. En su nueva condición, las superficies de los extremos de los divisores del cilindro se desplazan extensamente en forma desagradable de liso (plástico) a moderadamente duro (concreto). Además, dependiendo del líquido transportado y el material del cilindro, lo desagradable puede cambiar con el tiempo ya sea por el consumo, por ejemplo, en cilindros de acero o testimonio, como en territorios de aguas duras.

Como se verá más adelante, el flujo de agua en embudos es constantemente violento. Asimismo, es evidente que el grosor y la consistencia son propiedades clave del líquido en el examen de la corriente en embudos; ya que ambos tienen impacto en la vitalidad requerida para incitar a la corriente.

La estrategia más conocida para transportar líquidos comenzando con un punto y luego hacia el siguiente es conducirlos a través de un marco de tubería. Los canales de

segmentos redondos son los más sucesivos, ya que esta estructura ofrece una calidad auxiliar más notable, así como un área cruzada más prominente para el borde externo equivalente que alguna otra estructura. Excepto si se muestra explícitamente, "tubería" en este examen alude de manera confiable a un conducto cerrado del segmento de la rotonda y una medición interna consistente.

Debido a la gran variedad de líquidos que se utilizan en los procedimientos mecánicos actuales, una condición que se puede utilizar para cualquier líquido ofrece puntos de interés evidentes. Una condición de este tipo es la receta de Darcy, que se puede encontrar por examen dimensional; Sea como fuere, uno de los factores en la ecuación, el coeficiente de rejilla, debe resolverse provisionalmente. Esta ecuación tiene una amplia aplicación en el campo de la mecánica de líquidos y generalmente se utiliza en este examen.

Regímenes de flujo de fluidos en tuberías: laminar y turbulento.

Una prueba sencilla de infundir pequeñas medidas de líquido sombreado en un fluido que atraviesa un tubo de vidrio y observar la conducción de las fibras coloreadas en varias zonas, después de que se enfoca la infusión.

En la posibilidad remota de que la liberación o la velocidad sea pequeña, las láminas del líquido están sombreadas en líneas rectas, como se encuentra en la Ilustración 5 y se dice que la corriente es laminar. A medida que se expande esta medida, estas hojas continúan moviéndose en línea recta hasta que se alcanza una

velocidad en la que las hojas giran de forma repentina y difusa, como se muestra en la Ilustración 6. Esto sucede en la velocidad básica declarada. El análisis de las fibras se dispersa de forma incierta a través de la corriente, como se muestra en la Ilustración 11 llamada corriente feroz.

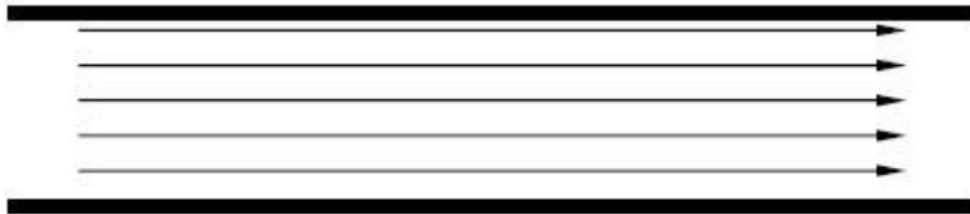


Ilustración 9: Flujo laminar. Representación de un fluido dentro de una tubería con una corriente sin turbulencia.

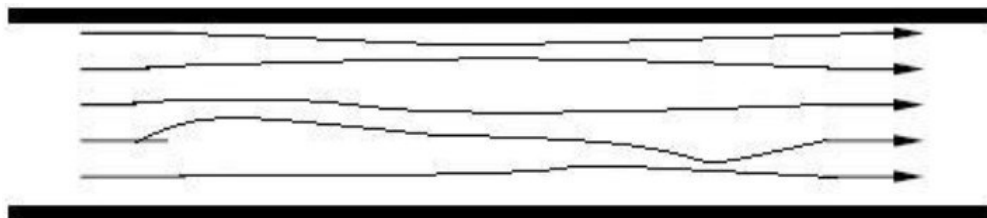


Ilustración 10: Flujo en la zona crítica entre las zonas laminar y de transición. A velocidades críticas los filamentos comienzan a distorsionarse y romperse indicando que el flujo empieza a ser turbulento

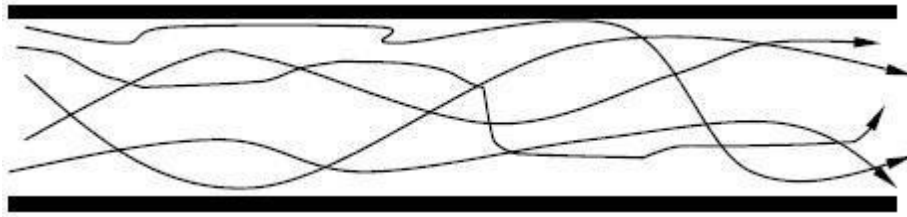


Ilustración 11:Flujo turbulento. En este flujo los filamentos se pierden y la corriente es totalmente turbulenta.

El tipo de flujo que existe a velocidades más bajas que el básico se conoce como rodar la rutina y de vez en cuando como una rutina gruesa. Esta rutina está conectada por el deslizamiento de las capas redondas y huecas concéntricas de otra manera. La velocidad del líquido es la más extrema en la tubería y se actualiza rápidamente en la masa de la tubería.

En paz, más que lo básico, la rutina es tempestuosa. En la rutina feroz hay un desarrollo esporádico y vago de las partículas del líquido en las formas transversales al curso fundamental de la corriente; La dispersión de velocidades en la rutina violenta es cada vez más uniforme en la distancia a través de la tubería que en la rutina laminar. A pesar del hecho de que hay un fuerte desarrollo a través de una gran parte de la tubería, hay una pequeña capa de líquido en la masa de la tubería, conocida como la "capa de franja" o "subcapa laminar", que se mueve en la rutina laminar .

Velocidad de flujo normal: la expresión "velocidad", excepto si se expresa de manera general, alude a la velocidad normal o normal de un área transversal transversal específica dada la condición de coherencia para un flujo estacionario:

$$v = \frac{q}{A} = \frac{w}{A\rho} = \frac{w\bar{V}}{A}$$

Donde:

q: Caudal en metros por segundo en las condiciones de flujo.

A: Área de la sección transversal de tubería.

w: Caudal en kilogramos por segundo

ρ : Densidad del fluido en kilogramo por metro cúbico.

V: Volumen específico de fluido en metros cúbicos por kilogramo.

Clasificación del flujo según el Número de Reynolds.

La conducción de un líquido, específicamente en relación con la desgracia de la vitalidad, se basa en si la corriente es laminar o tempestuosa, como se mostrará más adelante en esta sección. En consecuencia, se espera que los métodos anticipen el tipo de flujo sin tener que verlo realmente. Además, la percepción directa es extravagante para los líquidos que experimentan cilindros oscuros. Se muestra de forma de prueba y se verifica de forma diagnóstica, que el carácter de la corriente en un cilindro redondo se basa en cuatro factores: el espesor del líquido ρ , su consistencia μ , la anchura del cilindro D y la la velocidad normal del líquido v. La investigación de Os-Borne Reynolds ha demostrado que la rutina de la corriente en los canales, es decir, independientemente de que sea laminar o violenta, depende de la anchura de la tubería, el grosor y la consistencia del líquido y La velocidad de la corriente. La

estimación numérica de una mezcla adimensional de estos cuatro factores, conocida como el número de Reynolds, puede considerarse como la proporción de las potencias dinámicas de la masa líquida a las tensiones de distorsión provocadas por el espesor.

El número de Reynolds para segmentos de rotonda es:

$$\text{Re} = \frac{Dv\rho}{\mu'} \text{ o } \frac{dv\rho}{\mu}$$

Donde:

D: Diámetro interior de tubería en metros (pies).

v: Velocidad media del flujo en metros por segundo (pies por segundo).

μ' : Viscosidad absoluta en Newton segundo por metro cuadrado. (Libras por pies segundo).

ρ : Densidad del fluido en kilogramos por metro cúbico. (Libras por pies cúbico)

d: Diámetro de tubería en milímetros. (Pulgada).

El número de Reynolds es la proporción de la potencia de latencia en un componente líquido a la potencia gruesa. El poder de la inactividad se crea a partir de la segunda ley de Newton del movimiento $F = \text{pecho}$. El poder grueso se identifica con el resultado de la preocupación de corte en la región.

Las corrientes tienen vastos números de Reynolds debido a su rápido y / o bajo espesor, y en general serán feroces. Aquellos líquidos con alto espesor y / o movimiento a bajas velocidades tendrán números de Reynolds bajos y en general

continuarán en estructura laminar. En la siguiente área proporcionamos información cuantitativa que anticipamos si un marco de flujo dado será laminar o violento.

NOTA: La receta para la estructura alternativa número uno de Reynolds para áreas cruzadas que no son redondas, canales abiertos y la corriente alrededor de cuerpos sumergidos.

Para investigaciones especializadas, la rutina de flujo en los canales se ve como laminar si el número de Reynolds es inferior a 2.000 y feroz si el número de Reynolds es más notable que 4.000. Entre estas dos cualidades se encuentra la zona llamada "básica" donde la rutina de Flujo es caprichosa, tiene la capacidad de ser laminar, violenta o de transición, y depende de numerosas condiciones con la probabilidad de variedad. La experimentación cautelosa ha verificado que la zona laminar puede terminar en números de Reynolds tan bajos como 1.200 o tan altos como 40.000, sin embargo, estas condiciones no suceden poco a poco.

Radio hidráulico: a veces hay canales con un segmento transversal que no son redondos. Para determinar el número de Reynolds en estas condiciones, la anchura redonda se sustituye por la anchura igual.

$$R_H = \frac{\text{superficie de la sección transversal de la vena líquida}}{\text{perímetro mojado}}$$

Esto se aplica a un canal (tubo de rotonda no totalmente lleno, ovalado, cuadrado o rectangular), pero no a marcos limitados, por ejemplo, aberturas anulares o alargadas, donde el ancho es poco en relación con la longitud. En tales casos, el barrido

impulsado por agua es aproximadamente equivalente a una gran parte del ancho de la entrada.

La receta que se acompaña se utiliza para calcular la secuencia:

$$Q = 0.2087d^2 \sqrt{\frac{h_L D}{f L}} \quad q = 0.0438d^2 \sqrt{\frac{h_L D}{f L}}$$

Donde d^2 depende del ancho exacto de la sección transversal del flujo y D es suplantado por $4R_H$.

Pérdida por fricción el flujo laminar

En el punto en que hay una corriente laminar, el líquido parece moverse como si fueran unas pocas capas, una sobre la otra. Debido a la consistencia del líquido, la presión de corte se realiza entre sus capas. La vitalidad se pierde del líquido por la actividad de los poderes de frotamiento que deben ser sobrevividos, y que se entrega por la presión de corte. Dado que el flujo laminar es tan estándar y eficiente, es posible obtener una conexión entre la pérdida de vitalidad y los parámetros cuantificables del marco del flujo. Esta relación se conoce como la condición de Hagen-Poiseuille:

$$h_L = \frac{32\eta L v}{\gamma D^2}$$

Los parámetros incluidos son las propiedades del líquido en cuanto a consistencia y gravedad explícita, los atributos geométricos de longitud y distancia a lo largo de la tubería y los elementos de corriente descritos por la velocidad normal.

Pérdida de fricción en el flujo turbulento.

La corriente tempestuosa es turbulenta y difiere siempre. En consecuencia, para decidir la estimación de f debemos acudir a la información de prueba. El número sin dimensiones f se basa en dos cantidades sin dimensiones diferentes, el número de Reynolds y la dureza general de la tubería. El desagrado relativo es la proporción de la distancia a través de la tubería D a la dureza normal de su divisor ϵ (letra griega épsilon). El estado del exterior de la tubería depende, lo más importante, del material con el que se fabrica la tubería y de la estrategia de producción. Dado que lo desagradable es bastante impredecible, para obtener su estima general tomaremos cualidades normales.

Tabla 1: Rugosidades de diferentes materiales

MATERIAL	RUGOSID	RUGOSID
	AD ϵ (m)	AD ϵ (ft)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	3.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}
Tubo extruido: cobre, latón y acero	1.5×10^{-6}	5.0×10^{-6}
Acero, comercial o soldado	4.6×10^{-5}	1.5×10^{-4}
Hierro galvanizado	1.5×10^{-4}	5.0×10^{-4}
Hierro dúctil, recubierto	1.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Hierro dúctil, no recubierto	2.4×10^{-4}	8.0×10^{-4}
Concreto, bien fabricado	1.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Acero remachado	1.8×10^{-4}	6.0×10^{-3}

Fuente: Mecánica de Fluidos e Hidráulica, 2ª Ed., McGraw Hill, 1993

Como aparece en la tabla 1, se adquiere la estimación de la dureza normal de la masa de embudos y cilindros accesibles industrialmente. Estas son solo cualidades normales para tuberías nuevas y limpias. Alguna variedad no está fuera de lo común.

Cuando una tubería ha estado en administración durante bastante tiempo, el malestar cambia debido al desarrollo de las tiendas en el divisor.

Como el tipo de superficie interior de la tubería de negocios es independiente de la medida para todos los propósitos y propósitos, lo desagradable de los divisores tiene el mejor impacto en el componente de la rejilla para distancias pequeñas a lo largo. Por lo tanto, los embudos de poco ancho se acercan al estado de incomodidad extraordinaria y en su mayor parte tienen variables de rejilla más altas que los canales de un material similar, pero con mediciones más grandes.

Efecto del tiempo y uso en la fricción de tuberías.

Las desgracias desagradables en los embudos son delicadas a los cambios en el ancho y lo desagradable de los separadores. Para una velocidad de flujo dada y un componente de rejilla fijo, la desgracia de peso por metro de tubería difiere contrariamente a la quinta influencia de la distancia a través. Por ejemplo, si la medición disminuye en un 2%, causa una expansión en la pérdida de peso del 11%; A su vez, una disminución del 5% produce una expansión del 29%. En un número significativo de las administraciones, el interior de la tubería está implantado con escamas, suelo y otros materiales impares; en ese punto, es una práctica juiciosa tomar en cuenta las disminuciones en la distancia de paso a través.

Los especialistas con experiencia demostraron que el desagrado aumentaba con el uso (debido a la erosión o la escala) en una medida controlada por el material de la

tubería y la idea del líquido. Se ha producido este impacto de la progresión del tiempo, se refiere a un tubo de acero electrificado de 4 pulgadas que multiplicó su dureza y expandió.

Relación entre la pérdida de presión y la velocidad de flujo.

Debería considerarse que el peso del peso debido a las válvulas y los volantes es relativo a la velocidad elevada a un tipo consistente. En el punto en que la caída de peso o el peso se traza en función de la velocidad en direcciones logarítmicas, la curva posterior es una línea recta.

En la rutina de la corriente feroz, se ha encontrado que la estimación del ejemplo de v cambia en algún lugar en el rango de 1.8 y 2.1 para varias estructuras de válvulas y adornos. Sea como sea, en cada caso práctico, se reconoce que la pérdida de peso o la desgracia de peso debido a la corriente violenta de líquidos en las válvulas y adornos difiere con el cuadrado de la velocidad.

La velocidad de la base requerida para elevar un accesorio o una válvula a la posición estable y completamente vacía se ha resuelto en pruebas para algunos tipos de válvulas en las que se descubre un factor " k " que se conoce como coeficiente de obstrucción y esto se comunica en cuanto al número de veces que la base cuadrada del

volumen particular del líquido que circula, lo hace material para su uso con cualquier líquido.

Diagrama de Moody.

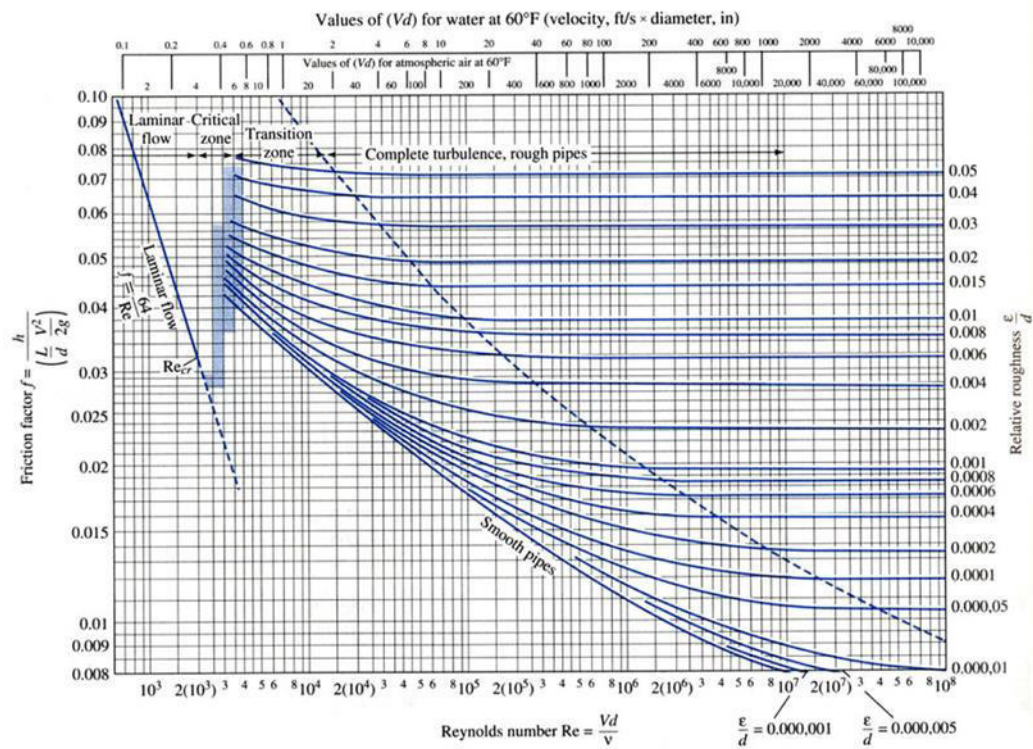


Ilustración 12: Diagrama de Moody

Un destacado entre las estrategias más utilizadas para evaluar el factor de erosión utilizado por el gráfico de Moody apareció en la Ilustración 12. El esquema muestra el gráfico del factor de contacto f frente al número de Reynolds Re , con una progresión de curvas paramétricas identificadas con el desagrado relativo D / \square . Estas curvas fueron producidas por L. F. Irritable a partir de la información de la prueba.

El factor de contacto se grafica en función de la desagrado relativo obtenido por el número de Reynolds. La estimación está controlada por la proyección de nivel del punto de cruce de la curva D / D como lo indica el número de Reynolds determinado. Dado que la mayoría de los cómputos administran embudos de acero o canales de hierro creados, la Tabla 2 fomenta la seguridad más rápida. Debe tenerse en cuenta que estas cualidades solo se aplican cuando los canales son nuevos y están limpios.

Hay varias articulaciones de la raíz de prueba para hablar de las desgracias de la cabeza en los canales, sin embargo, las dos más utilizadas son:

Formula De Hazen – Williams.

La fórmula de Hazen – Williams, expresada en función del caudal es:

$$hf = (10.679 / C^{1.852}) \times (L / D^{4.87}) \times Q^{1.852}$$

Donde:

h_f = pérdida de carga (m)

L = longitud de la tubería (m)

D = diámetro interno (m)

Q = caudal (m³/s)

Los valores de los coeficientes “C” se sacan de la tabla 3, según material y años de uso de las tuberías.

Tabla 2: Coeficientes Hazen - Williams

MATERIAL	COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS
Asbesto-cemento (nuevo)	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130-140
Aluminio	130

Fuente: Mecánica de Fluidos, 2006.

Formula Racional o de Darcy – Weisbach.

$$hf = f \times (L / D) \times (v^2 / 2g)$$

Donde:

v = velocidad (m/s)

g = aceleración gravedad. (9.81 m/s²)

f = coeficiente de fricción

La misma fórmula de Darcy - Weisbach expresada en función del caudal:

$$hf = 8.26 \times 10^{-2} f (L / D^5) Q^2$$

El coeficiente de fricción depende de:

- Rugosidad relativa de la tubería (e)
- Número de Reynolds (Re)

El valor de f se obtiene:

- Del ábaco de Moody
- A través de la siguiente expresión:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{K}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Donde:

K : Rugosidad absoluta.

D : Diámetro.

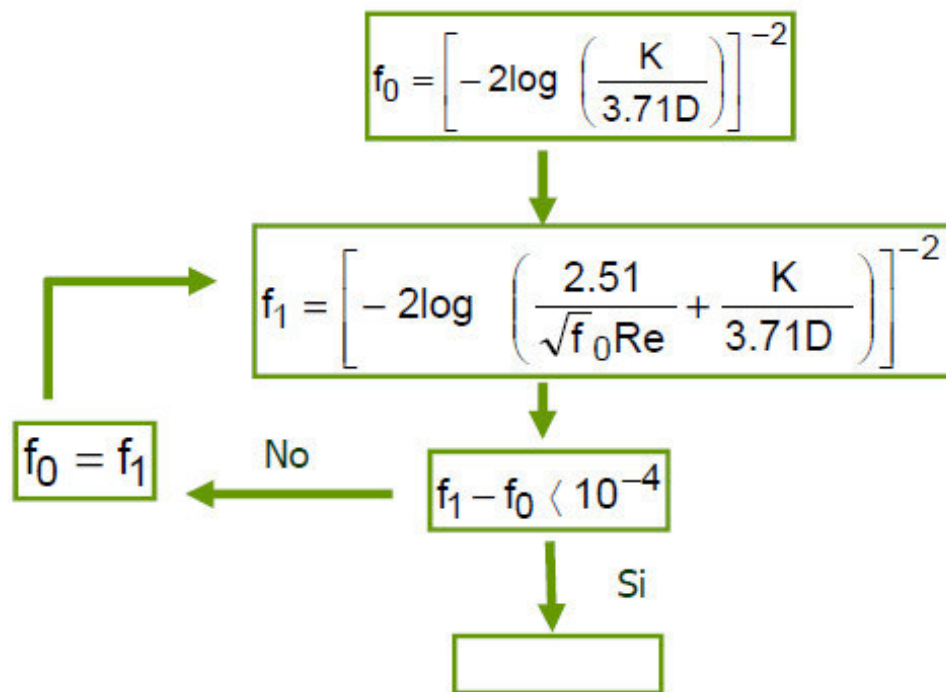
Re : Número de Reynolds.

Con esta fórmula se comenten errores inferiores al 1% con respecto a la fórmula de Colebrook para las condiciones ($10^{-6} \leq k/D \leq 10^{-2}$ con $5000 \leq Re \leq 10^8$)

- De la fórmula de Colebrook (necesita de aproximaciones sucesivas)

$$f = \left[-2 \log \left(\frac{2.51}{\sqrt{f} \text{Re}} + \frac{K}{3.71D} \right) \right]^{-2}$$

$$f = \left[-2 \log \left(\frac{K}{3.71D} \right) \right]^{-2}$$



Teoría del Bombeo Hidráulico - Definición y Clasificación de las Bombas

Definición de Bombas.

Un sifón es una máquina productora impulsada por presión que cambia la vitalidad mecánica con la que se impulsa en la vitalidad del líquido impulsado por agua, para esta situación el agua. El líquido que debe transportar el sifón debe ser incompresible.

La capacidad del sifón es, entonces, aumentar el peso de la tubería en caso de que surja una ocurrencia de desgracias de peso debido al interés actual.

Debe notarse que existe una vaguedad en la utilización del término sifón, ya que en el campo de trabajo este término se utiliza para referirse a máquinas de líquidos que intercambian vitalidad o desvían líquidos incompresibles, y por lo tanto no cambian el espesor de El líquido que extraen, no como máquinas diferentes, por ejemplo, sopladores, cuyo campo de uso es la neumática. Sin embargo, también es básico descubrir el término sifón para referirse a máquinas que extraen diferentes tipos de líquidos, por ejemplo, sifones de vacío o máquinas neumáticas.

Clasificación de las Bombas.

El orden considera la forma en que el líquido se mueve dentro de los componentes del sifón. Por ejemplo, para los sifones donde el líquido se desplaza bajo presión dentro de un envase cerrado con un cilindro o cilindro, se les llama sifones de eliminación positiva, mientras que los sifones en los que el líquido es desarraigado por el desarrollo indirecto de uno o unos pocos impulsores provistos con Los bordes afilados se llaman sifones exteriores.

Antes de exponer ampliamente las dos reuniones de sifones, se aclarará la carga neta positiva positiva:

Carga neta positiva del anhelo (NPSH): este montón requiere una consideración poco común en el plan de sifones, que es el contraste entre el peso actual en el canal

del sifón y el peso del vapor del fluido que se sifona. Esta distinción es importante para mantenerse alejado de la cavitación que se encarga de disminuir su límite y puede dañar sus partes internas.

Dos cualidades de NPSH, el NPSH accesible y el NPSH requerido emergen en el plan de sifones.



Ilustración 13: Clasificación de las Bombas

El NPSH requerido es un componente del impulsor, su estimación decidida tentativamente, es dada por el fabricante del sifón. El NPSH requerido informa a la carga base que el sifón necesita para mantener una actividad estable. Depende de la altura, para los más vistos como el pivote del impulsor.

El NPSH accesible es un elemento de la disposición de succión del sifón, determinado en metros de agua, utilizando la receta que se acompaña:

$$NPSH = h_{sp} \pm h_s - h_f - h_{va}$$

Donde h_{sp} el peso total (m de agua), h_{va} es el peso de vapor del fluido (m de agua), h_s es la carga estática del fluido en el centro del sifón (m de agua) y h_f es la pérdida de Carga por moler dentro del marco de succión (m de agua).

Bombas dinámicas

Las bombas dinámicas incrementan el peso del fluido, ya que inicialmente lo aceleran y luego lo moderan para cambiar la vitalidad del motor conectada al líquido en peso vital. El confinamiento en el lado corriente abajo del sifón no entrega la abundancia de peso.

El peso está destinado a disminuir, debido a que la productividad del sifón es menor con un volumen bajo. Sea como fuere, si el sifón funciona bien por debajo de la diseminación de su estructura mediante el estrangulamiento con válvulas, el sifón y el fluido se sobrecalentarán y esto debe ser evitado. Debe introducirse un termómetro en el sifón y el fluido cuando esta condición probablemente sucederá en medio de la tarea ordinaria del sifón.

2.9.3.1 Bombas Centrífugas.

La Bomba Centrífugas es el más reconocido entre los sifones dinámicos. Es básico, ya que solo tiene dos partes principales: el impulsor y el alojamiento. El líquido se aspira al punto focal del impulsor y se libera en la periferia del embalaje.

Estas máquinas para el intercambio de fluidos dependen de estándares indistinguibles de los ventiladores radiales utilizados para mover masas de aire y

diferentes gases, y su tarea persigue leyes generales similares. Los sifones difusivos son máquinas moderadamente rápidas y normalmente se acoplan directamente a una turbina de vapor o un motor eléctrico; también pueden ser accionadas por correas trapezoidales o por motores de explosión.

Los sifones divergentes se producen con una progresión de plásticos y metales para una amplia gama de administración. Estos sifones deben estar preparados (cargados) con fluido para comenzar a sifonear. Algunas veces, tienen el control por gravedad para alentar el comienzo.

Como no hay partes con cambios extremadamente exactos, los sifones divergentes pueden tratar fluidos que contienen partículas fuertes. En cualquier caso, ante la posibilidad de que los sólidos sean ásperos, en ese punto ocurrirá un daño por desintegración debido a las altas velocidades del fluido dentro de los sifones.

No es excepcional que ocurra cavitación en estos sifones, debido a las altas velocidades y los bajos pesos confinados que permiten el desarrollo de gases desintegrados y burbujas de vapor y que aparecen en la salida del sifón y persiguen una separación específica en el fluido. En los contenedores de descarga.

Bombas de tipo voluta:

El impulsor se libera en una caja de bobinado que se extiende lógicamente, de modo que la velocidad del fluido disminuye lentamente. Esto implica que parte de la vitalidad de la velocidad del fluido se transforma en peso estático.

El sifón tipo pergamino tiene un avance solitario, un golfo de fluido, un pivote plano, alojamiento de bobinado y un impulsor abierto o cerrado.

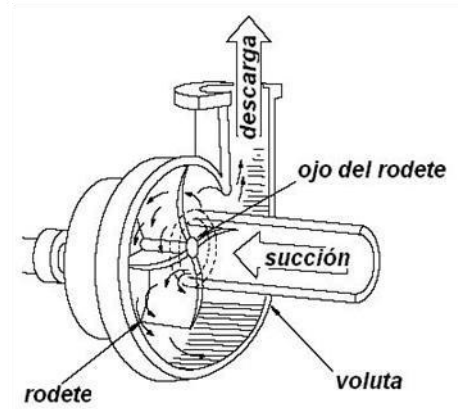


Ilustración 14: Bomba Centrífuga del tipo voluta

Bombas de tipo difusor:

Las paletas direccionales estacionarias abarcan el rotor o el impulsor en un sifón tipo difusor. Las secciones con desarrollo continuo alteran el curso de la corriente de fluido y convierten la vitalidad vital en el segmento de peso.

Este tipo de sifón exterior utiliza una disposición de paletas difusoras fijas que abarcan el impulsor. Entre los difusores, las áreas rectas aumentan lentamente, y en estos tubos, la velocidad del flujo al dejar los bordes de los bordes afilados del impulsor disminuye, cambiando una gran parte de su peso dinámico a peso estático. La transformación del peso dinámico ocurre en el alojamiento del devanado, pero además en los difusores.

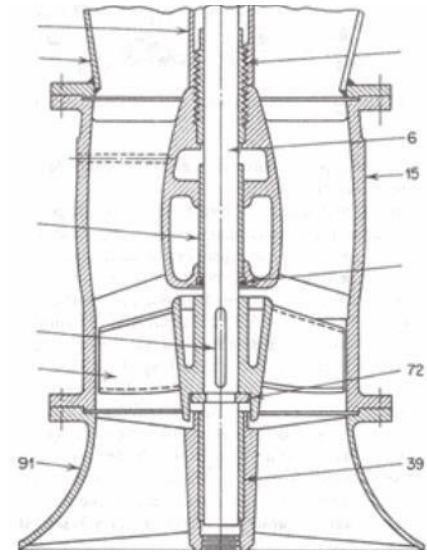


Ilustración 15: Bomba Centrífuga del tipo difusor

Bombas de flujo mixto:

Los sifones de corriente combinada construyen su segmento principalmente por medio de potencia difusora y a medio camino del impulsor de las paletas en el fluido; es decir, la corriente es incompleta en espiral y algo fundamental, ya que el estado del impulsor es constante con él. El camino de una molécula líquida es una hélice en forma de cono. La distancia de liberación a través de los impulsores es más prominente que la medición de la información. Los sifones de corriente combinada son de forma abierta e implican una posición de transición entre el sifón radiante y el sifón de corriente pivotal.



Ilustración 16: Bomba centrífuga de

Bombas de flujo axial:

Los sifones de la corriente del cubo construyen su segmento por la actividad de la unidad o la altura de las camas en el fluido.

Los sifones de flujo de cubo tienen un impulsor en el que el curso del flujo y su velocidad son guiados hacia adelante en paralelo al pivote de revolución del sifón.

Este tipo de sifón es verdaderamente apropiado cuando es importante elevar una corriente sustancial con poca estatura, por lo tanto, sus campos de trabajo fundamentales son el sistema de agua, la filtración de tierra y las aguas residuales que cuidan, debido a su mayor velocidad relativa que permite la unidad de energía. y el sifón es más pequeño y, por lo tanto, menos costoso.



Ilustración 17: Bomba Centrífuga de flujo

2.9.3.2 Bombas *axial* *Periféricas*

De lo contrario, se denominan sifones de tipo turbina, vértice y regenerativo. En este tipo de sifones, los remolinos se producen en el flujo a través del modo de alta velocidad, dentro del canal anular donde el impulsor gira. El fluido está recibiendo fuerzas motrices de vitalidad.

No debe confundirse con los sifones profundamente difusores, los supuestos sifones de turbina, a pesar del hecho de que no se encuentran en absoluto en el sifón marginal. El auténtico sifón de turbina es el que se utiliza en las centrales hidroeléctricas. en un minuto específico, también puede funcionar como una turbina para transmitir el control.

Bomba tipo Turbina Regenerativa:

Utilizados para fluidos transparentes, pueden ser nivelados o verticales, satisfaciendo una necesidad entre sifones difusivos. Son de bajo y medio límite y alta

carga. El fluido debe pasar a través de la cubierta de la disposición de las paletas hasta que sea impulsado por la liberación.



Ilustración 18: *Bomba Periférica tipo turbina regenerativa*

Bomba tipo Turbina Vertical:

Los sifones de turbina vertical están diseñados para aplicaciones de sifón con fluidos limpios o ligeramente contaminados. El área impulsada por el agua se sumerge en el flujo que se va a sifonear, con el motor montado en seco en el punto más alto del pozo o pozo. La liberación se realiza a través del segmento de soporte / liberación básico, donde se encuentra el eje del sifón. Los sifones de turbina vertical tienen un pivote vertical con un curso deslizante engrasado por el fluido sifón.

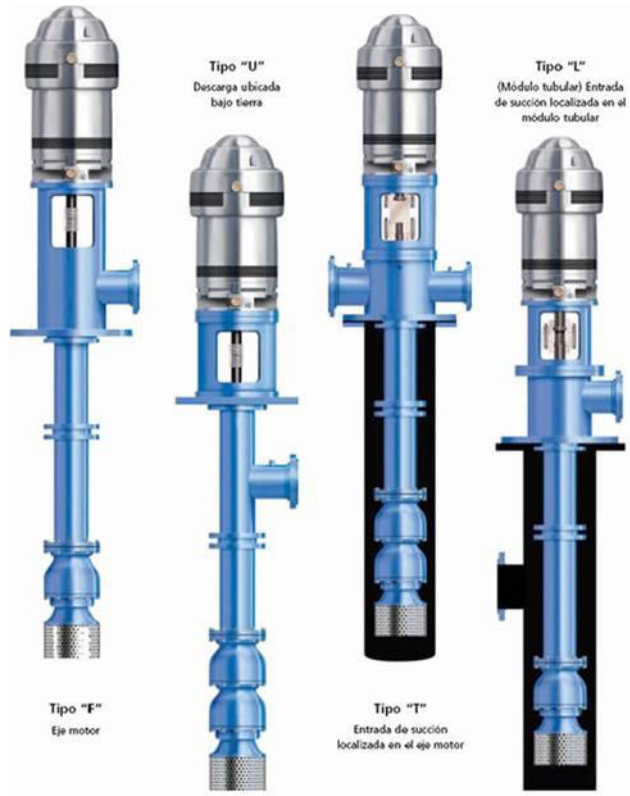


Ilustración 19: Bomba Periférica tipo turbina vertical

Bombas de desplazamiento positivo.

La eliminación positiva libera de vez en cuando el líquido en una progresión de latidos cardíacos. En el momento en que esta compresión no es deseada, se puede alisar muy bien con un colector de aire compacto.

En el caso de que la presente limitación sea injustificadamente importante para el tipo de sifón de arranque positivo, seguiremos expandiendo el peso del fluido; Si se le permite continuar, el sifón podría dañarse por encima del peso superior. Para evitar daños, use una válvula de ayuda de peso en el tubo de salida del sifón. La válvula de

liberación se cambia de acuerdo con un peso equivalente a no exactamente el peso aparente del sifón.

2.9.4.1 Bombas Reciprocantes:

El límite de liberación de la eliminación positiva a menudo se elimina a la velocidad de la velocidad en un amplio rango de velocidades. Están seguros de arrancar sifones que liberan una medida de fluido en medio del desarrollo del cilindro o cilindro a través de la carrera separada.

Bombas de Acción Directa:

En cualquier caso, no todos los fluidos logran fundamentalmente la liberación debido a los orificios o los pasos de ayuda que, por supuesto, pueden evitarlo. Haciendo caso omiso de estos, el volumen del fluido desarraigado en una carrera del cilindro o cilindro es equivalente al resultado de la región del cilindro por la longitud de la carrera.

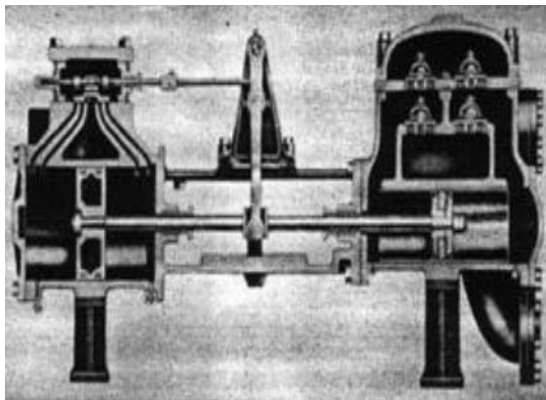


Ilustración 20: *Bomba reciprocante de Acción directa*

Bombas de potencia:

En este tipo de sifón, el polo típico del cilindro se asocia al cilindro de vapor y uno de fluido o cilindro. Los sifones de acción directa se desarrollan simplex (un cilindro de vapor y un cilindro de fluido, individualmente) y dúplex (dos cilindros de vapor y dos cilindros de fluido). Los cierres compuestos y triple extensión, que no se utilizaron como unidades habituales.

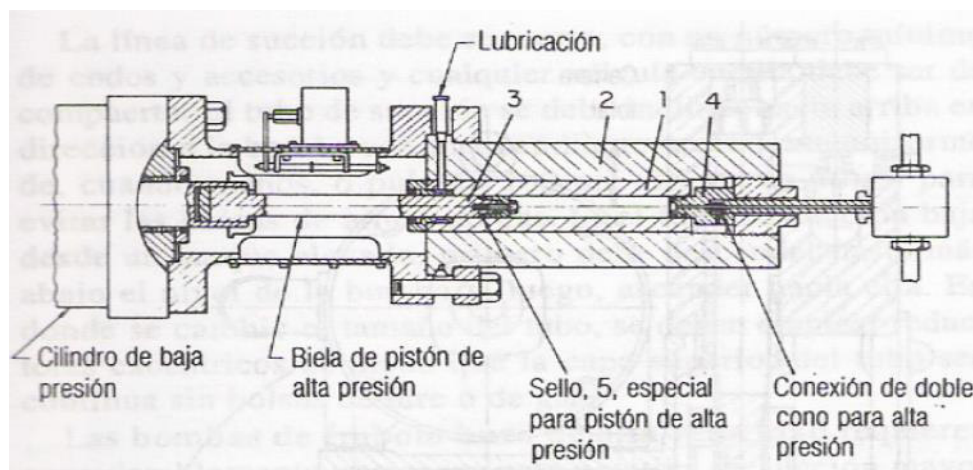


Ilustración 21: *Bomba Recíprocante del tipo potencia*

Bombas de diafragma:

Las bombas de diafragma se usan para altos costos de líquidos, ya sean transparentes o que contengan sólidos. Además, son apropiados para pulpas gruesas, canales, limo, disposiciones corrosivas y solubles, al igual que mezclas de agua con sólidos que pueden causar desintegración. Un estómago de material no metálico

adaptable puede resistir la actividad destructiva o erosiva de las piezas metálicas de algunos sifones que responden.

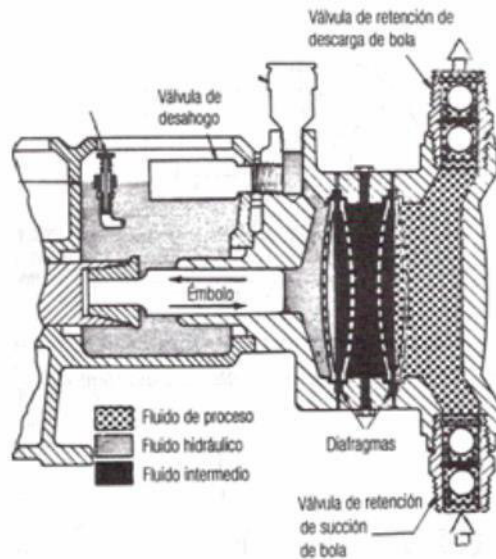


Ilustración 22: Bomba Reciprocante del tipo diafragma

Bomba rotatoria-pistón:

Los sifones de tipo cilindro giratorio se usan comúnmente en el negocio por su superioridad y simplicidad de trabajo con pesos superiores a 2000 psi y tienen una capacidad volumétrica de alrededor del 95% al 98%.

Bombean los artículos particulados y los artículos delicados a la presión de corte, manipule entre los alimentos cultivados en el suelo, hojas, cortes, trozos; y tienen una gran estructura limpia.

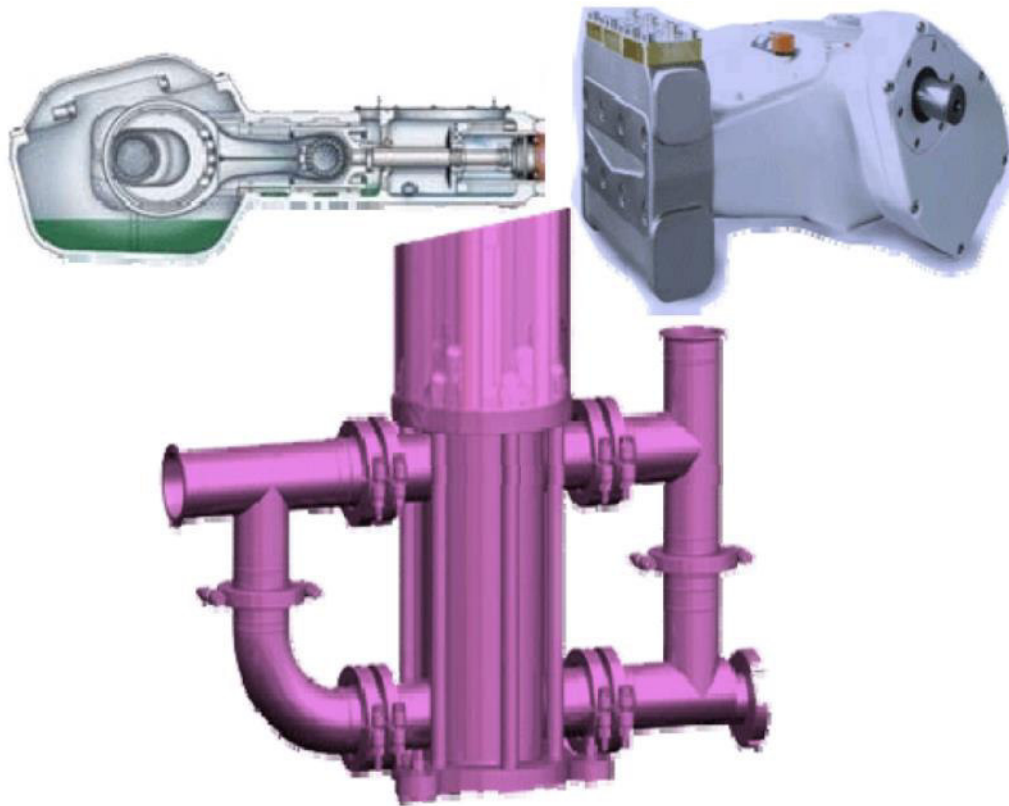


Ilustración 23: Bomba Reciprocante del Tipo Rotatoria - Pistón

2.9.4.2 Bombas Rotatorias:

Para decirlo claramente, un sifón giratorio es un sifón de eliminación positiva, provisto de un desarrollo rotativo y en el cual tiene espacios reducidos, entre sus partes móviles y, además, entre la junta interna y el paquete que lo abarca.

Los sifones de rotación necesitan válvulas y, si no hay pausas mal aconsejadas, pueden proporcionar un flujo de fluido prácticamente constante en pesos entre puntos de corte suficientes. Su principal campo de uso es el sifón de combustible y diferentes

fluidos que, sin embargo, tienen el espesor suficiente para anticipar derrames y, sin embargo, hasta cierto poder de engrase.

Bombas de engranes:

Los sifones de aparejo son accesibles en dos tipos esenciales: aparatos exteriores y aparatos interiores. En los sifones del aparato exterior, el fluido queda atrapado entre los dientes de los aparejos y el embalaje del sifón; Cuando los aparatos giran, el líquido atrapado se intercambia de un lado del sifón al siguiente. El acoplamiento entre los aparejos expulsa el fluido entre los dientes.

En los sifones de los aparatos interiores, se colocan uno dentro del otro y giran de forma similar pero a diferentes velocidades. El líquido se aspira a los dientes cuando se desacoplan y se dispara bajo tensión cuando se bloquean o coinciden.

Un área fija con forma de arco evita que el líquido entre los dientes regrese a la bahía a medida que el peso aumenta hacia el propósito de conexión de los dientes. Los sifones del aparato son para fluidos limpios o separados para una mayor longitud, ya que los sólidos en partículas causan un desgaste inoportuno de los aparejos.

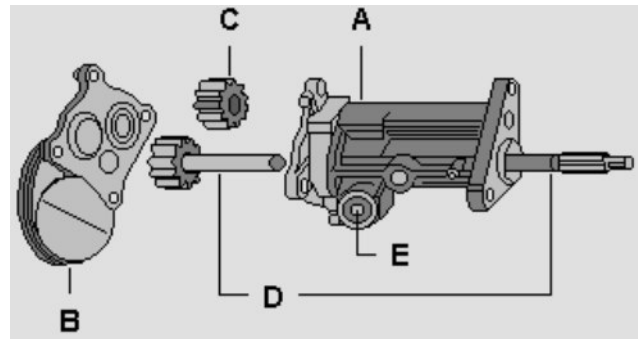


Ilustración 24: Bomba rotatoria de Engranés

Bombas de leva y pistón:

Estos sifones tienen un cilindro que se mueve dentro de una cámara, con dos válvulas en la cabeza (cabeza del barril) para controlar el abismo y la salida del fluido. El desarrollo del cilindro succiona otra carga de fluido cuando se aísla de la cabeza y libera el fluido en la carrera de llegada. Estos sifones son trabajados con compuestos de acero; Se utiliza una gran cantidad de materiales en los sellos de cilindro y válvula. Son totalmente razonables para el sifonaje de aceites, agua, etc., con pesos elevados.



Ilustración 25:*Bomba Rotatoria de Leva y Pistón*

Bombas de aspas helicoidales y de tornillo:

Estos sifones tienen al menos dos rotores paralelos, combinados con bordes afilados helicoidales que atrapan el líquido entre los rotores correlativos y lo mueven en el recorrido del cubo, con un flujo constante a lo largo de los rotores.

Los sifones de tornillo tienen un flujo extremadamente suave, son de funcionamiento tranquilo, libres de vibraciones y tienen grandes cualidades de succión.

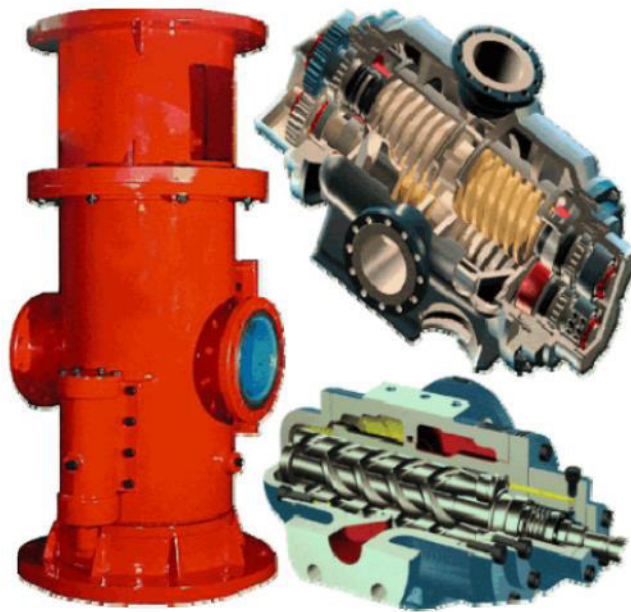


Ilustración 26: *Bomba de aspas helicoidales y de tornillo*

Bombas lobulares:

Estos parecen aparatos tipo sifones en su estructura de actividad, tienen al menos dos rotores cortados con tres, cuatro o más aletas en cada rotor. Los rotores están sincronizados para adquirir un pivote positivo por métodos para aparatos externos, dado que el fluido se libera en cantidades menos grandes que en la cuenta del sifón de aparejos, la corriente del tipo de proyección no es tan consistente como en El aparato tipo sifón. Igualmente hay mezclas de aparatos de sifones y solapas.



Ilustración 27: *Bomba rotatoria de tipo lobular*

Bombas Bloque de Vaivén:

Estos sifones tienen un motor redondo y hueco que se convierte en un alojamiento concéntrico. Dentro del rotor hay un cuadrado que encaja en una posición de respuesta y un cilindro responde con una sacudida que se coloca de manera caprichosa, lo que proporciona succión y liberación.

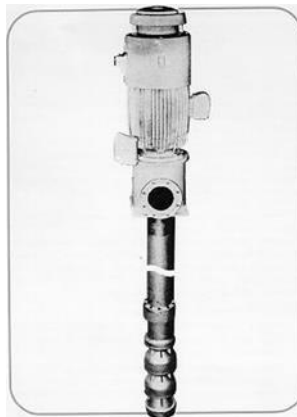


Ilustración 28: *Bomba rotatoria de tipo bloque de Vaivén*

Cavitación.

La cavitación ocurre cuando el peso de succión no es exactamente o equivalente al peso de vapor del fluido de sifón. En el momento en que esto ocurre, se hacen burbujas de vapor que infieren cuando el peso aumenta. Las producidas por cavitación son por grandes y:

Desintegración de las superficies de los impulsores y su posible obliteración debido a las ondas de aturdimiento emitidas cuando las bolsas de aire implosionan.

Incremento en el nivel de clamor y la vibración del sifón, la vida útil del curso, sellos y soldaduras.

Disminución de la ejecución del sifón, que en casos extraordinarios puede hacer que todo salga del equivalente.

En la Ilustración 29 se puede observar el desarrollo de las bolsas de aire. En el momento en que estos sistemas a través de los impulsores experimentan una diferencia de peso que puede implosionar.

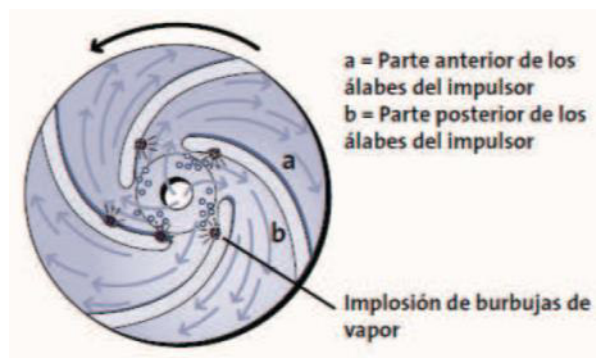


Ilustración 29: *Formación de burbujas en la cavitación*

En la Ilustración 30 se puede observar la disminución de la marca registrada en la ejecución debido a la cavitación.

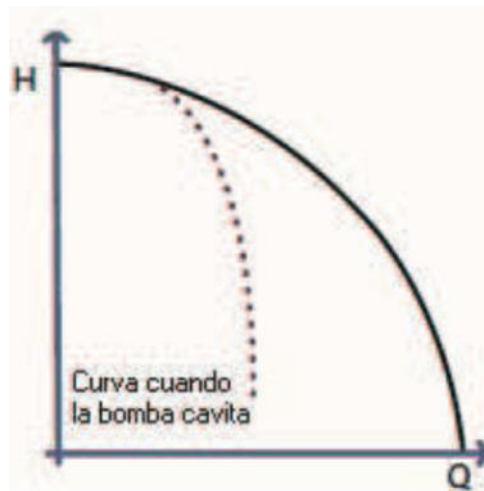


Ilustración 30: *Respuesta de la curva Q - H en cavitación*

Sistemas de Bombeo.

Un marco de sifón es una gran cantidad de conductos, válvulas, sifones y otros equipos para los cuales un fluido y un objetivo. Su objetivo es su vehículo, y para transmitir fluido desde una fuente a su objetivo. o luego otra vez para fluir a través de un marco (por ejemplo, intercambio de calor). El núcleo de este marco es el sifón que se encarga de cambiar la vitalidad mecánica en vitalidad dinámica imprimiendo el desarrollo al líquido.

El peso producido por el sifón, que permite que el flujo fluya a una velocidad de flujo específica, casi con seguridad debe vencer las desgracias inalienables. En general, estas desgracias son de dos tipos: estática y de rejilla. En la Figura 31 se grafica la carga

estática. Esta es la distinción entre la fuente de suministro y la tienda de la meta. Entonces, nuevamente, las desgracias desagradables, también llamadas desgracias dinámicas, conducen el cambio, el comportamiento físico del fluido a sifonear, informa, por ejemplo, la consistencia, la gravedad explícita, la presurización de vapor y las cualidades mecánicas del establecimiento: como desagrado, longitud y tamaño del conductor; Así como los gadgets exteriores. Este tipo de desgracia se describe al corresponder con el cuadrado de la corriente. Un apagado, por supuesto, sin superficies abiertas al clima es un marco con desgracias únicas ideales.

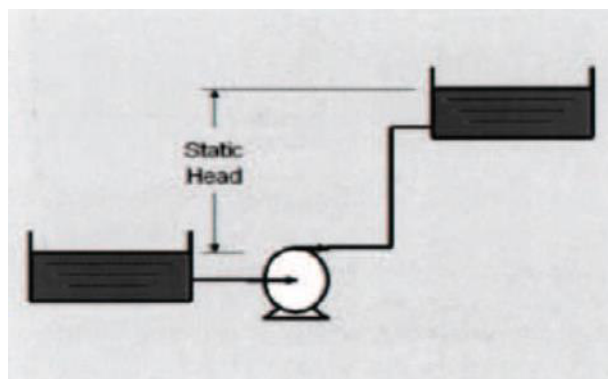


Ilustración 31: *Carga estática*

Clasificación de los sistemas de bombeo.

Precisamente, estos marcos se caracterizan por la capacidad de la vía líquida o el tipo de trabajo realizado.

Contingente al curso tomado por el fluido puede agruparse en:

1. Marcos sin retorno. Un caso de este marco es elevar el agua de un pozo a un tanque que dispersa el agua entre los compradores por gravedad.

2. Marcos con retorno total: marcos en los que el fluido se recicla incesantemente. Las instancias de estos marcos pueden ser intercambiadores de calor, refrigeradores.

3. Marcos con retorno fraccional: son marcos en los que hay tanto la llegada del fluido como su liberación en un subproceso.

De acuerdo con el tipo de trabajo, los marcos de sifón se pueden caracterizar en:

1. Comercio de calor: refrigeradores, torres de enfriamiento, agua de enfriamiento de la planta, enfriamiento de laminación, agua de acumulación, etc.

2. Aspiración / entrega: agua doméstica, alimentación de calefactores, admisión de vías fluviales, agua, aguacero, sistema de riego por aspersión, alcantarillado, etc.

Curvas del sistema.

La mayoría de los marcos de sifón tienen una combinación de carga estática y dinámica. Una curva del marco es la representación realista de la estatura requerida para el marco para todos los estimados de la corriente. La libertad de la configuración mecánica, la capacidad o el tipo de control de la estructura, el objetivo de esta curva es demostrar el peso absoluto o el requisito de altura como un elemento de la corriente.

Las partes principales del marco son:

Carga estática (cabeza estática): la distinción en estatura entre el propósito del paso del marco y el propósito más notable de la liberación.

Carga restante (Workhead): la estatura que debe ser accesible para el marco en un área particular para abordar los problemas de configuración.

Carga por fricción: es la estatura requerida por el marco para vencer la inactividad del equivalente a atravesarlas, válvulas, costillas, juntas, etc. Altura absoluta del marco: para una corriente dada, será la totalidad de la carga estática, la carga dinámica y la carga restante. En la Ilustración 32 se puede ver la curva de todo el marco.

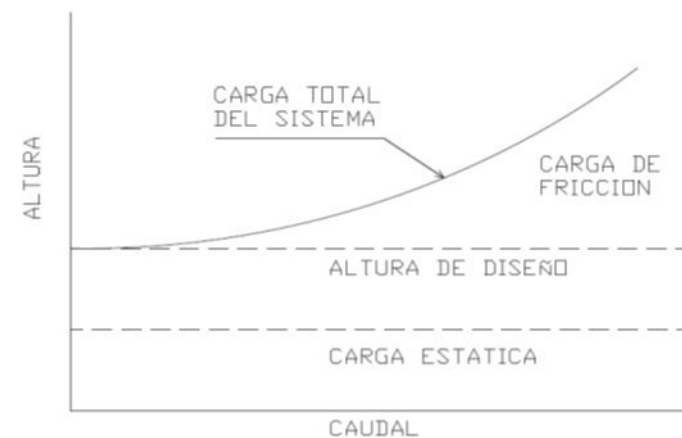


Ilustración 32: *Curva total del sistema*

Características de las bombas.

Las marcas registradas de los sifones representan la ejecución de los sifones y son dadas por el productor. Demuestra la estatura, la utilización, la ejecución y el NPSH como un elemento de la velocidad de flujo a una velocidad específica. Pueden aparecer como una curva básica (Figura 33), hablar a una distancia particular del impulsor a través o como una gran cantidad de curvas para diferentes anchos de impulsor en un alojamiento (Figura 34).

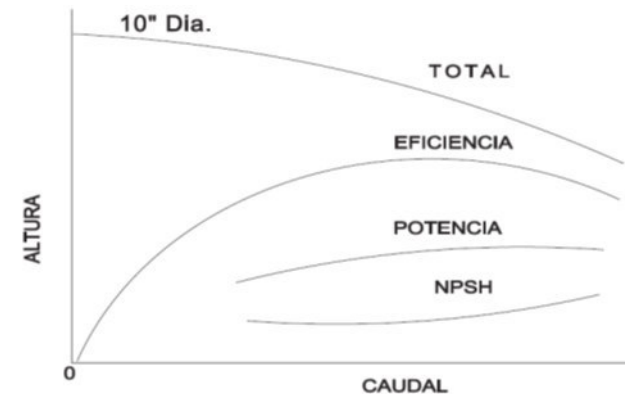


Ilustración 33: *Curva de rendimiento para bomba centrífuga*

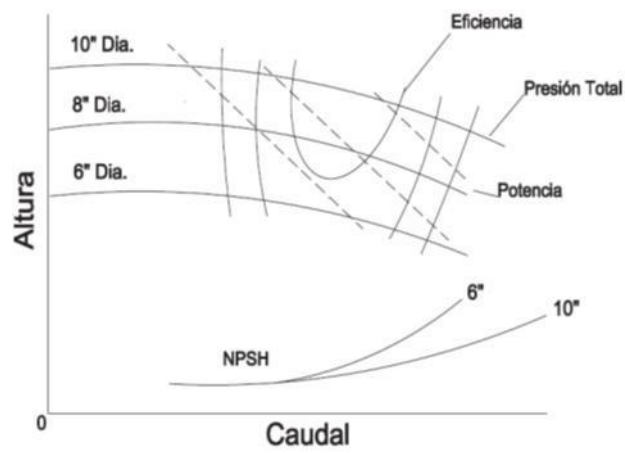


Ilustración 34: *Curva de rendimiento para varios diámetros de impulsor*

Típicamente estas curvas se convierten en la pieza del sifón. En cualquier caso, en sifones con un motor coordinado, es posible que las curvas de ejecución incorporen tanto el motor como el sifón.

Curva de altura Q-H

Muestra la altura que el sifón puede lograr una corriente dada. La altura en metros de la sección de fluido se estima normalmente.

En un sifón perfecto sin contacto en la curva, QH es una línea recta que se basa en la punta del impulsor. En cualquier caso, la curva perfecta está influenciada por los esmerilados, agujeros y perturbaciones que ocurren en el impulsor y la estructura. En la Figura 35 puede ver tanto la curva perfecta como la curva genuina y el fomento.

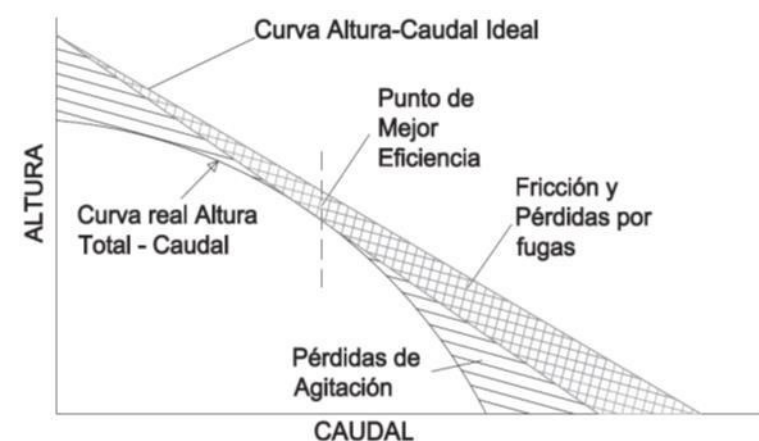


Ilustración 35: Curva teórica $Q-H$

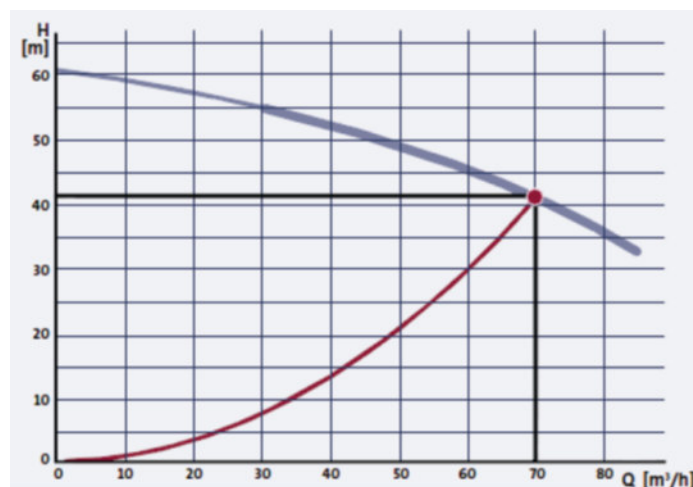


Ilustración 36: Curva típica $Q-H$

Caudales pequeños permiten alcanzar grandes alturas. Caudales grandes permiten menores alturas.

Punto de máxima eficiencia: es el punto en el que la suma de todas las pérdidas se minimizan. Este punto se indica en la Figura 35 como Punto de Mejor Eficiencia.

Curva de Rendimiento.

El rendimiento es la relación entre la potencia proporcionada y la cantidad de potencia utilizada, esto es, la relación entre la potencia que la bomba entrega al agua P_h y la potencia de entrada al eje P_2 .

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_2} = \frac{\rho g Q H}{P_2}$$

Donde ρ es la densidad, g la aceleración de la gravedad, Q el caudal y H la altura.

Como se puede observar en la Figura 39, el rendimiento depende del punto de servicio de la bomba. De ahí que su selección debe ser tal que se ajuste al requerimiento de caudal y garantice la operación de la bomba en el área de caudal más eficiente.

Para agua a 20°C, la potencia hidráulica se puede calcular en W como:

$$P_H = 2.72 Q H$$

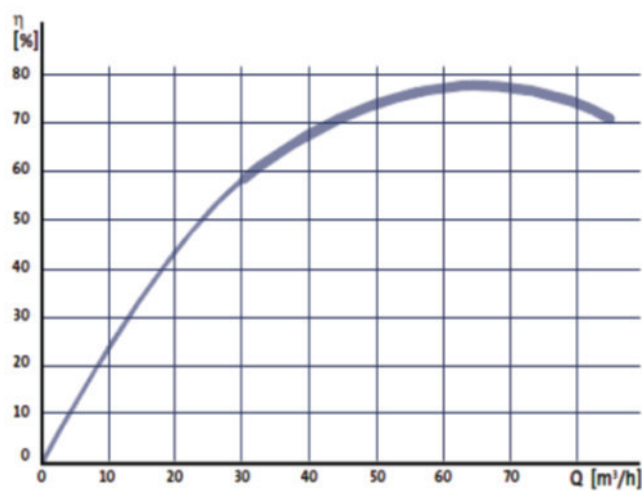


Ilustración 37: *Curva de rendimiento*

Curva de Consumo:

Como puede apreciarse en la Figura 40, el valor de consumo aumenta cuando el caudal aumenta.

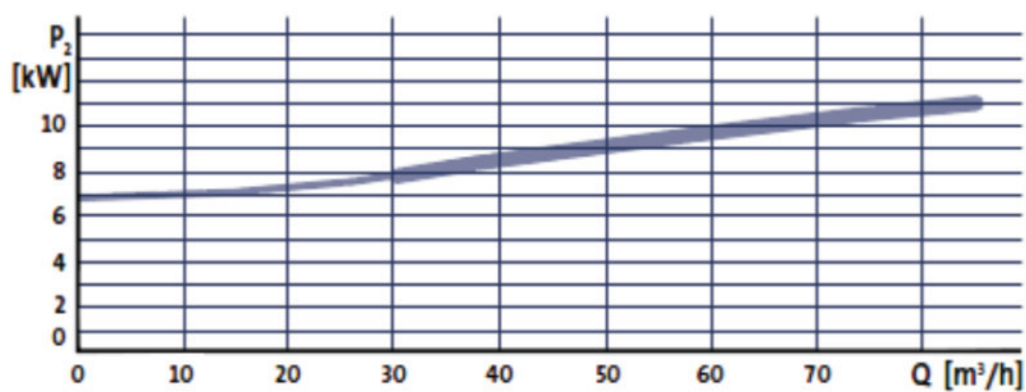


Ilustración 38: Curva típica de consumo para bomba centrífuga

Curva NPSH

El valor de altura de aspiración positiva es la presión absoluta mínima que debe existir en el lado de aspiración de la bomba para evitar la cavitación. El NPSH se mide en [m]. Cuando aumenta el caudal, el NPSH también aumenta.

Punto de Operación de la Bomba.

La interacción de una bomba instalada en un sistema se puede ilustrar gráficamente mediante la superposición de la curva de respuesta QH de la bomba y la curva del sistema. La intersección de ambas curvas da origen a un punto llamado punto de operación o servicio de la bomba, como se indica en la Ilustración 40.

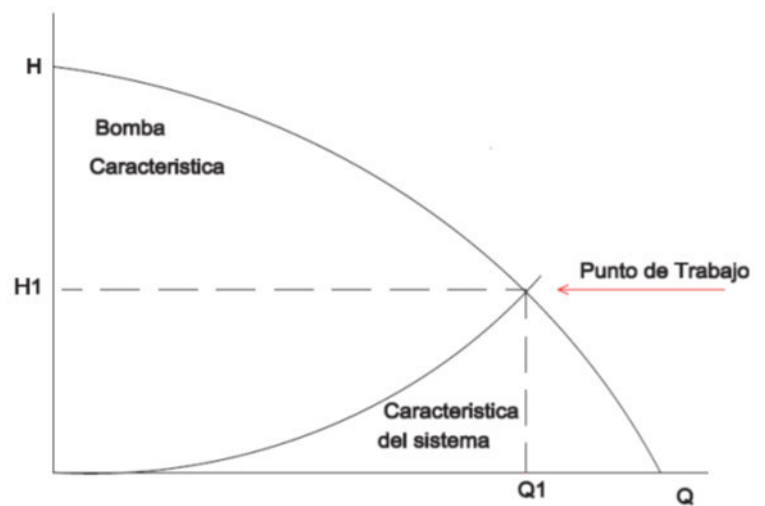


Ilustración 39: Punto de operación de la bomba

En las bombas centrífugas, un incremento en la resistencia del sistema reducirá el flujo. Si el flujo llega a cero, se obtiene la máxima altura. Esta condición es aceptable por un período de tiempo corto sin causar problemas.

Al elegir una bomba para una aplicación en particular, es vital elegir uno en el que el punto de administración se encuentre en la zona de élite del sifón. Otra cosa, la utilización del sifón será superfluamente alta.

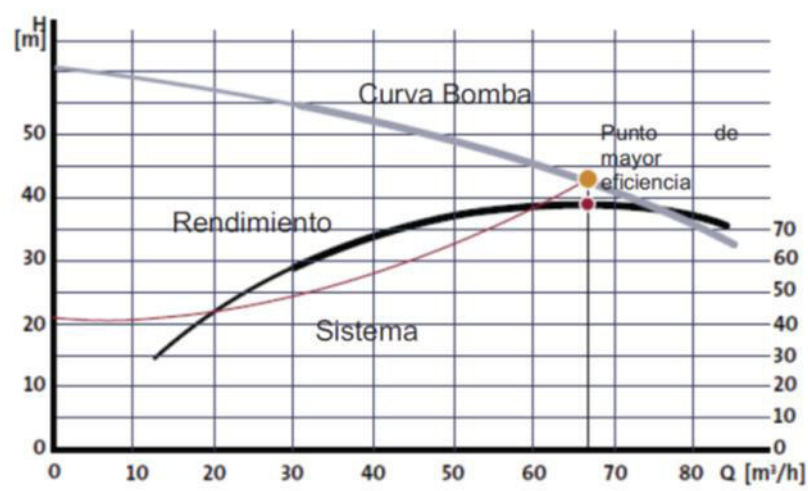


Ilustración 40: Punto de operación vs Rendimiento

En la Ilustración 40 se puede observar que el punto de operación de la bomba se encuentra fuera del área de rendimiento de la bomba. Se debe notar que generalmente los requerimientos de la curva del sistema cambian con el tiempo y por tanto se requiere ajustar el rendimiento de la bomba para que cumpla con los requerimientos cambiantes del sistema.

Leyes de similitud en bombas.

Las leyes de similitud expresan la conexión científica entre algunos factores asociados con la ejecución de los sifones. Se aplican a una amplia gama de sifones divergentes y concentradores.

Los factores son:

Q = flujo

V = Velocidad

H = altura dinámica

Pot = Potencia

Como se menciona más arriba, el uso del término flujo alude adicionalmente al flujo de palabras o al costo.

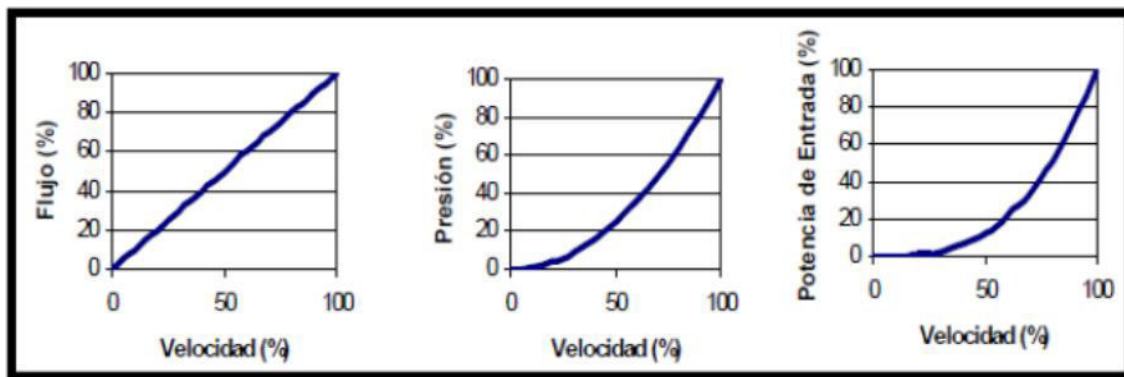


Ilustración 41: *Leyes de afinidad en bombas centrífugas*

Las leyes de afinidad nos indican que:

El flujo tiene un comportamiento lineal con la velocidad.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

La altura dinámica o carga tiene un comportamiento cuadrático con la velocidad

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^2$$

La potencia consumida tiene un comportamiento cúbico con la velocidad

$$\frac{Pot_1}{Pot_2} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^3$$

De las recetas surgieron; Si la velocidad de un sifón disminuye a la mitad, sucede lo siguiente:

La corriente se reduce a la mitad.

La estatura o carga se reducirá en un 25%.

El poder se disminuye en un 12,5%.

Tipos de regulación de flujo en bombas centrifugas.

En general, es importante trabajar para eliminar mientras que en condiciones de flujo inferiores a las aparentes. Bajo estas condiciones, se puede hacer una proposición que ahorre una gran vitalidad al actualizar los marcos de pautas de flujo cada vez más apropiados.

Las estrategias de guía de flujo son adquiridas por:

Alteración de la secuencia del montón del marco en el que trabaja el sifón.

Alteración de la corriente del montón del sifón.

Ajuste concurrente de las dos cualidades.

Comenzando o deteniendo el sifón (inversores de recurrencia).

Modificación de la curva del sistema sobre el que trabaja la bomba.

Esta estrategia depende de la sustancia del curso a través de la actividad de al menos una de las válvulas, el mejor enfoque para alterar la conducta del marco. Se tiende a terminar con las válvulas controladas debido al apilamiento de la carga y a disminuir la corriente.

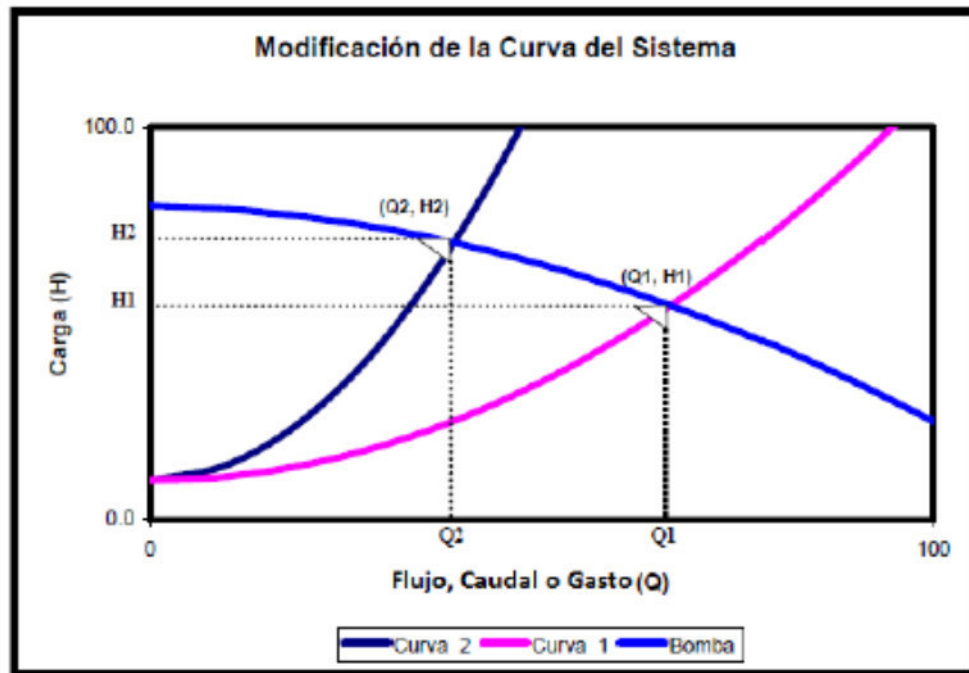


Ilustración 42: *Comportamiento de la curva del sistema*

La curva de control para disminuir la corriente de Q_1 a Q_2 , la estructura cambia de la curva 1 a la curva 2, como se muestra en la figura 42, y el montón aumenta de H_1 a H_2 .

Trayendo un poder impulsado por el agua:

$$Pot_2 = Q_2 \times H_2$$

En muchas ocasiones es preciso trabajar durante mucho tiempo en condiciones de flujo inferiores al nominal. Bajo estas circunstancias se pueden realizar planteamientos que permitan ahorros energéticos considerables, implantando sistemas de regulación de flujo más apropiado.

Modificación de la curva de la bomba.

Otra composición electiva de control al cambiar la curva "Heap Flow" del sifón. Esto se logra cambiando la velocidad de trabajo del sifón, como se muestra en la Figura 43. Tenga en cuenta que actualmente, al cambiar la velocidad de sifón de V_1 a V_2 , podemos pasar de un flujo Q_1 a un flujo Q_2 , sin expandir el montón, luego de nuevo, la nueva carga H_2 'no es exactamente la carga subyacente H_1 y es mucho más baja que la que se adquiriría con la válvula de mariposa H_2 . Para esta situación, la potencia impulsada por presión será:

$$Pot'_2 = Q_2 \times H'_2$$

Se ve que Ph_2 es mucho más escaso que el Ph_2 de potencia impulsado por el agua que se adquiere al estrangular la válvula.

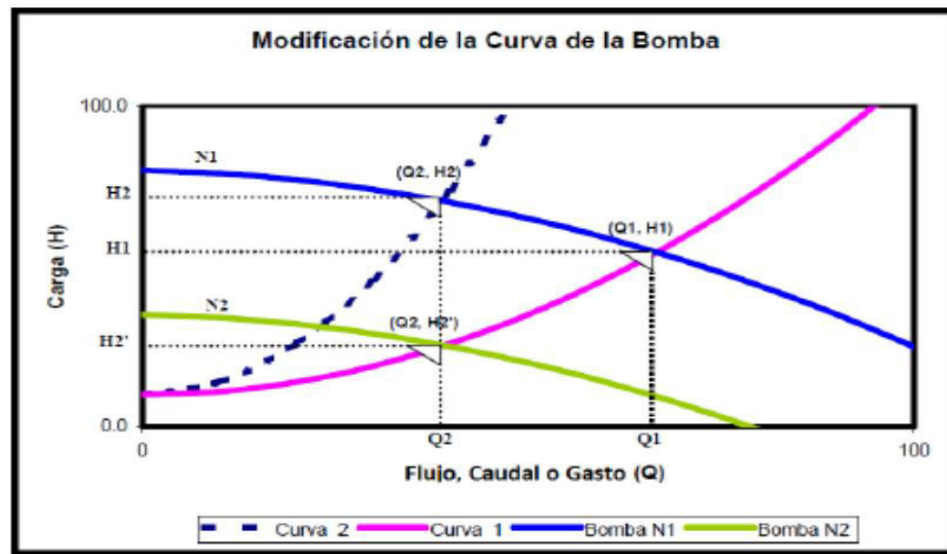


Ilustración 43: Control de flujo por variación de velocidad en la bomba

Modificación simultánea de las curvas del sistema y la bomba.

Un destaque entre los casos más incesantes es que, debido a las necesidades del procedimiento, el "Flujo de almacenamiento" del marco fluctúa, ya que en el marco hay algunos clientes y cada uno de ellos solicita prácticamente el flujo indicado por sus propios requisitos. Esto, visto desde el sifón, habla de las variedades en la curva del marco, por lo que la corriente y la carga cambian constantemente.

Para lograr un marco de control que garantice una corriente similar a la de los clientes, a pesar de las variedades de la rutina de interés de ellos, la bendición del sifón debe diferir según las variedades del marco, con el objetivo final de que la carga del marco sea Mantenido en cualquier condición de trabajo. La figura 44 delinea el procedimiento.

Observe cómo, antes de una variedad de la curva del marco, el control altera la velocidad del sifón para mantener el montón H_1 , y suministra la corriente Q_2 que el marco realmente está solicitando. El poder accionado por agua para esta situación es:

$$Pot'_1 = Q_2 \times H_1$$

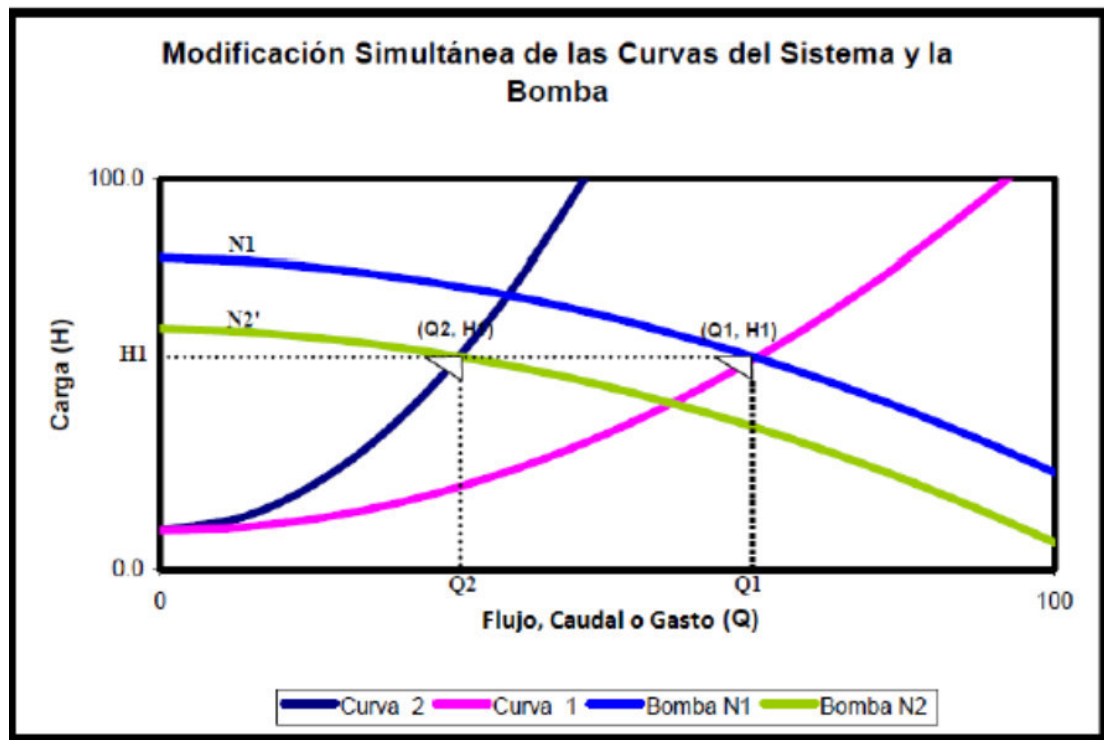


Ilustración 44: Variación simultánea de las curvas del sistema y la bomba

Arranque y paro de la bomba.

Este es un marco ventajoso cuando tiene un tanque elevado, un recolector hidroneumático o un sensor de peso. Por lo tanto, el sifón funcionará con la válvula de liberación constantemente abierta y cuando se haya alcanzado un estado anormal en el tanque elevado, el peso ostensible en el recolector hidroneumático o el sensor de peso haya alcanzado la estimación ideal, el sifón se detendrá y se reiniciará. El peso o nivel, en general, ha alcanzado la dimensión baja.

El marco es vitalidad efectiva, ya que se espera que la vitalidad alcance un peso constante como lo indica el interés en el marco. En el caso de que agreguemos a esto

la forma en que puede controlar la velocidad del sifón, con el aumento de la velocidad y las pendientes de deceleración adecuadas, este tipo de guía se une a los mejores aspectos destacados de las pautas mencionadas anteriormente. En el marco, la velocidad de los sifones viene dada por el inversor y el peso se toma directamente en la línea principal mediante métodos para un sensor de peso.

Poco a poco, se ve que una ligera disminución en la velocidad crea una gran variedad en la potencia solicitada por el sifón. Por ejemplo, si la velocidad del sifón se reduce significativamente, la potencia se reducirá a un octavo. Ejecución, luego nuevamente, marcos a parábola que corta la causa de las direcciones.

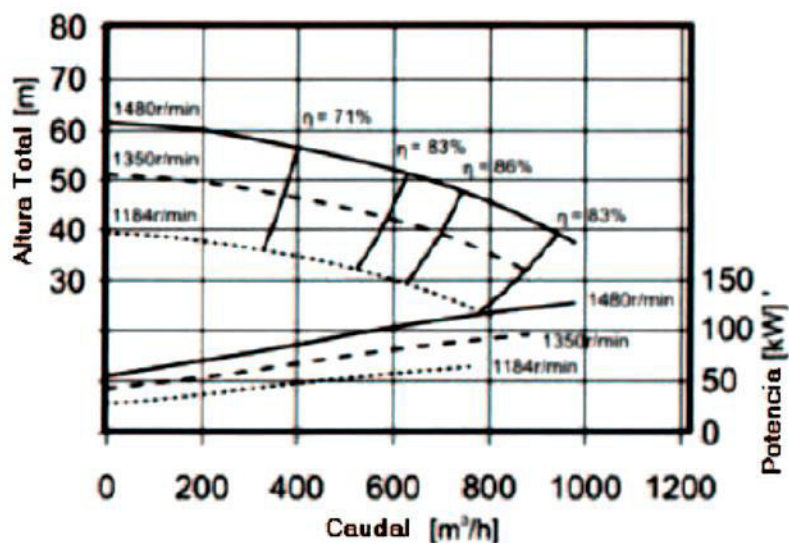


Ilustración 45: Curva de rendimiento de la bomba al variar la velocidad

Como puede observarse de las curvas antes presentadas, la variación de la velocidad de la bomba da como resultado una nueva curva Q-H con menor altura y caudal, por lo que es posible reducir el caudal de la bomba sin incrementar la presión del sistema.

Configuraciones de bombeo.

Configuración en serie.

Este tipo de conexión se utiliza cuando el sistema se caracteriza por altas pérdidas de fricción y poca carga estática, ya que la presión resultante para un caudal determinado es igual a la suma de las presiones desarrolladas por cada bomba. Por esta razón, este tipo de sistema se suele conocer también como de presión aditiva. En la Figura 48 se muestra un esquema de la conexión de las bombas y la curva de rendimiento resultante.

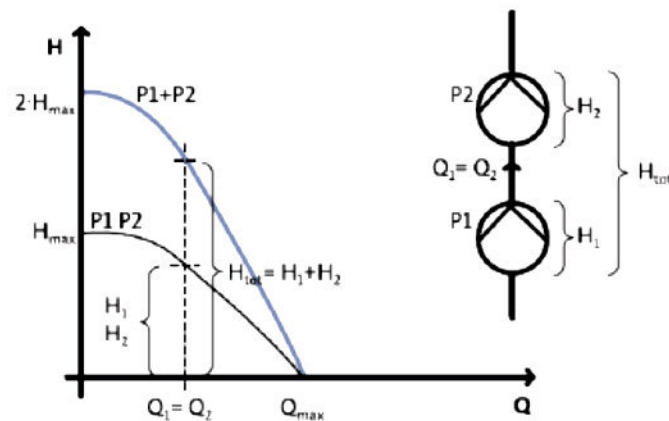


Ilustración 46: Bombas conectadas en serie

Si ahora se superpone la curva de sistema, se tiene que si sólo opera la bomba 1, el sistema operará en el punto A a la presión y caudal indicados por la Figura 47. Si se conecta la otra bomba, el sistema operará en el punto B.

Sin embargo, este tipo de respuesta sería la esperada de tener 2 bombas de iguales características conectadas en serie. En caso de que las bombas fueren de tamaños diferentes, existen puntos operativos donde sólo una de ellas proporciona caudal al sistema.

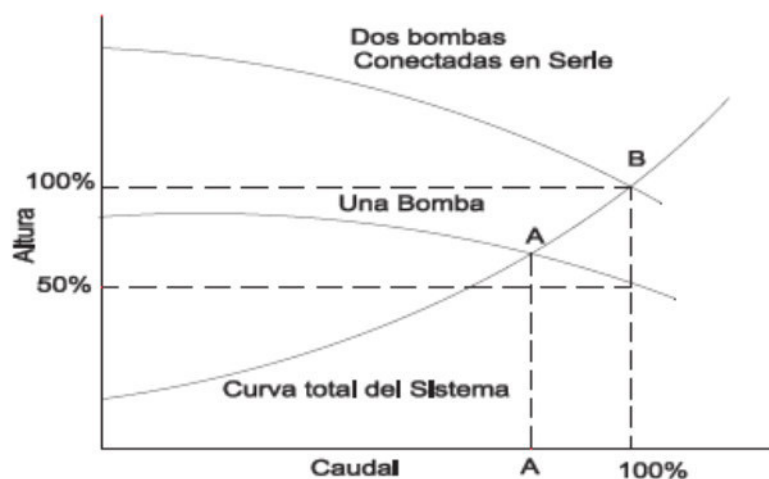


Ilustración 47: Curva de sistema y de rendimiento en conexión en serie

Configuración en paralelo.

La conexión de bombas en paralelo es un método de regulación de caudal eficiente, generalmente utilizado en sistemas de alta carga estática, cuando el caudal requerido por el sistema es mayor al caudal que provee una sola bomba, o cuando los requisitos de caudal son variables. El método generalmente consiste en conectar varias bombas

auxiliares en paralelo para suplir la demanda. En la Figura 48 se puede observar la configuración en paralelo de manera esquemática y la respuesta Q-H combinada.

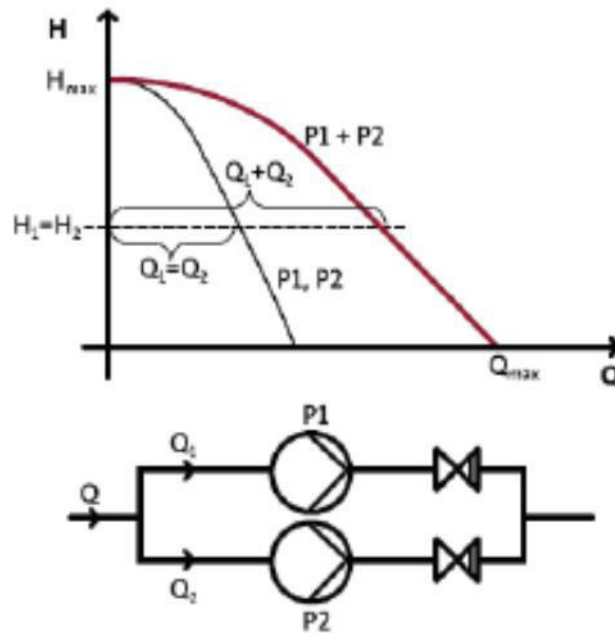


Ilustración 48: Bombas en paralelo

De la Figura 48 se puede observar también que la salida de cada bomba se conecta una válvula de retención para evitar un reflujo de agua.

Normalmente las bombas instaladas en paralelo son de similares características. En este caso, la curva de rendimiento total del sistema de bombas en paralelo se obtiene sumando los caudales individuales de cada bomba para el mismo valor de altura. De ahí que a este tipo de conexión de bombas se le conoce como de flujo aditivo. En la Figura 49 se puede ver la curva típica obtenida al poner en paralelo 2 bombas.

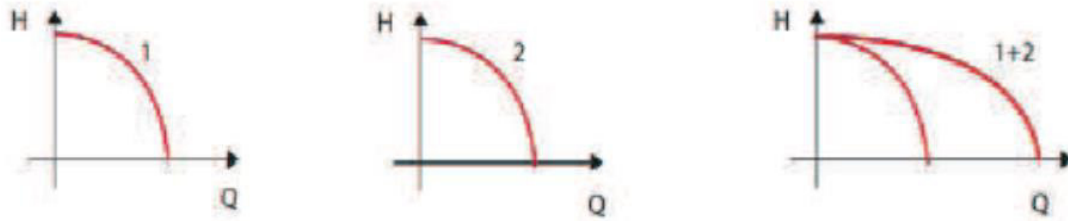


Ilustración 49: Curvas Q - H en paralelo

En este tipo de arreglo, todas las bombas trabajan a la misma presión, altura o cabeza, donde la curva QH combinada se interseca con la curva del sistema. Por ejemplo, en la Figura 50, se puede observar una curva de sistema con carga estática y de fricción.

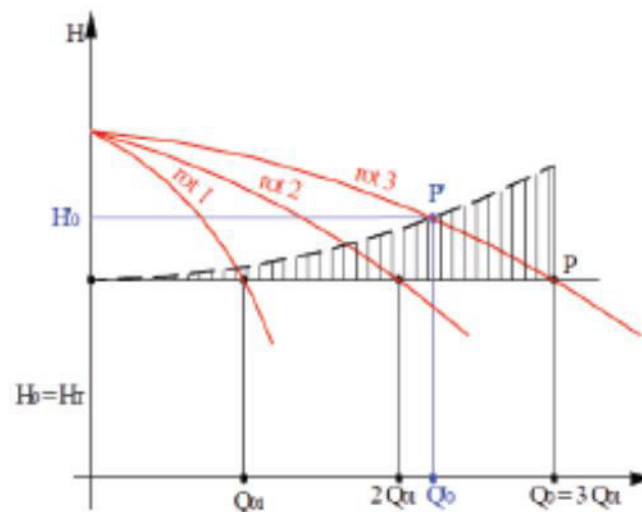


Ilustración 50: Curva Q - H en paralelo y curva de sistema

Si la carga estática es predominante en el sistema, entonces el caudal, proporcionado por el sistema de bombas en paralelo es proporcional al número de

bombas conectadas (Punto P). No obstante, si en el sistema existen pérdidas dinámicas (p.ej. fricción), entonces el caudal proporcionado por las bombas en paralelo es menor (Punto P').

En un sistema de bombas en paralelo, debe asegurarse que cuando trabaje una sola bomba, su curva se encuentre en un punto operativo que asegure la suficiente altura de aspiración o NPSH.

Variación de velocidad en un sistema de bombas en paralelo:

Cuando se dispone de bombas conectadas en paralelo y controladas por variadores de frecuencia en un cabezal o header común, el comportamiento del sistema es el mismo

que operar una bomba en un sistema de sólo carga estática.

Generalmente las demás bombas se acoplan y desacoplan del sistema. La primera bomba en funcionar presuriza el sistema. Las bombas adicionales que se conecten al sistema tendrán que bombear en un sistema ya presurizado. Por esta razón, para que las bombas auxiliares puedan generar flujo en el sistema deberán primero vencer la presión actual del sistema. Normalmente se acepta como regla que todas las bombas sean idénticas y se manejen a una velocidad idéntica. No se recomienda acoplar una bomba con velocidad fija en paralelo con una bomba con regulación de velocidad, ya que puede producir que una de las bombas no genere flujo. En Figura 51 se muestra las curvas QH y de sistema para una configuración en paralelo de 3 bombas.

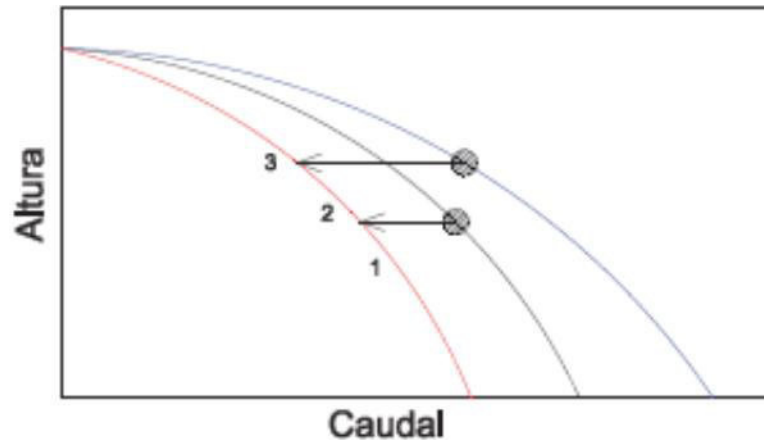


Ilustración 51: Bombeo en paralelo

Control de Presión Constante.

En el caso de que el peso real sea mayor que el valor estimado, el marco de control disminuye la velocidad y la ejecución del sifón. Así también, si el peso genuino es más bajo, la velocidad del sifón se expandirá. El establecimiento del sifón garantiza que el peso de suministro sea consistente en la extensión de la corriente entre 0 y Q_{max} , como se puede encontrar en la Figura 52.

Estos son los marcos en los que se requiere mantener el peso del marco de manera constante, prestando poca atención a la solicitud de transmisión generada por el cliente. Como el interés por el agua es variable, los atributos del marco cambiarán dependiendo de la corriente requerida.

Estos marcos están conformados por un sifón de velocidad restringido por métodos para un inversor de frecuencia (VFD) con controlador lógico programable (PLC). El marco de control estima el peso genuino proporcionado (P1) por métodos para un

transmisor de peso (PT). Esta estima se refuerza al inversor, que contrasta con la estima deliberada y el punto de ajuste del peso (P_{set}).

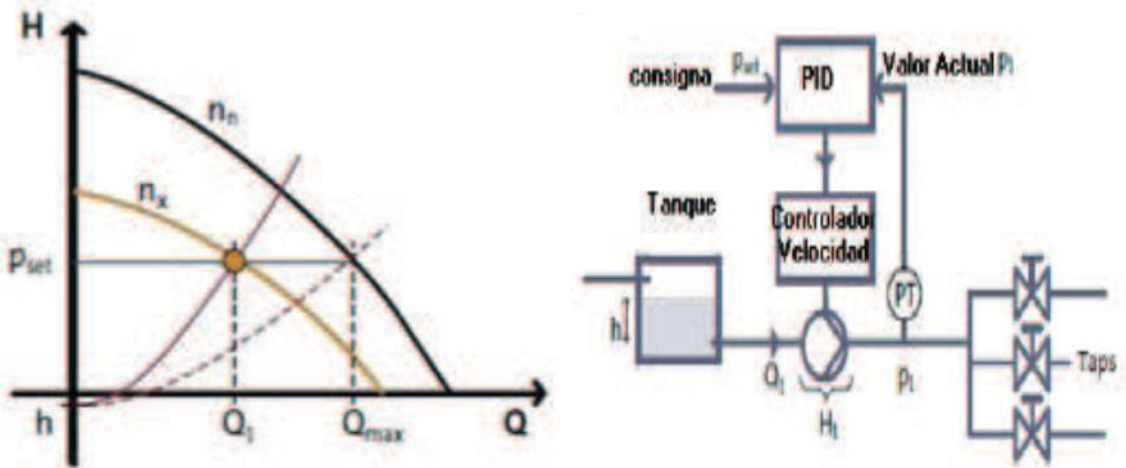


Ilustración 52: Sistema de presión constante

Componentes del sistema de presión constante: Variadores de Frecuencia.

Un variador de frecuencia de sus condensaciones en inglés VFD (Variable Frequency Drive) es una disposición de velocidad de rotación para los motores de intercambio de CA actual para los métodos de control de la frecuencia de sostenimiento proporcionado al motor.

Dentro del campo mecánico, también se le conoce como un controlador de flujo y reflujo de rotación, microdrivers o inversores.

Como estos son marcos de frecuencia variable, debe tenerse en cuenta en la parte superior de la lista de prioridades que el ajuste en frecuencia debe unirse mediante un cambio en el voltaje conectado, todo junto al movimiento atractivo en el rotor.

Utilidad de los Variadores de Frecuencia.

Después de los motores eléctricos, los sifones y los ventiladores son las máquinas más utilizadas en el mundo moderno. Esto implica que una combinación de motor y sifón, o motor y ventilador, son zonas críticas en las que la utilización de la vitalidad puede hacerse cada vez más eficiente.

Un territorio que ofrece increíbles aperturas de fondos es en los casos en que el flujo de agua o aire está limitado por técnicas de estrangulamiento (válvulas o entradas) y suplantado por estrategias en las que la velocidad del motor que impulsa el sifón es diferente. Esa es la razón por la cual la mejor y más competente técnica para la variedad de velocidad es hoy en día la utilización de variadores de frecuencia conectados a los motores.

Principales componentes de un variador de frecuencia.

Un controlador electrónico de velocidad componente de los circuitos que consolidan los transistores de control, por ejemplo, el IGBT (entrada desconectada del transistor bipolar) o tiristores, la pauta fundamental de la actividad que cambia la intensidad eléctrica del voltaje y la frecuencia moderna en voltaje de energía eléctrica y frecuencia variable.

Lo anterior se logra con tres fases en la disposición: Rectificación, Filtro e Inversión, como se muestra en la Figura 53.

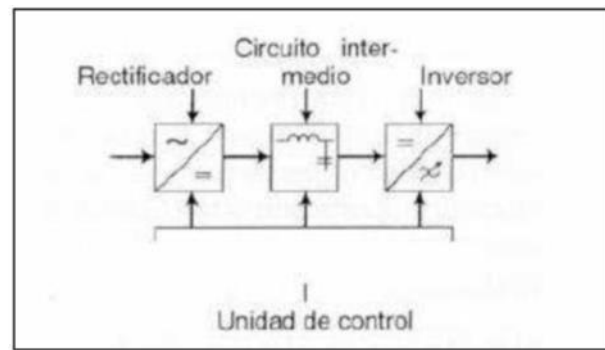


Ilustración 53: Etapas principales de un variador de frecuencia

Un primer rectificador organizado cambia la corriente de rotación en constante variable, utilizando diodos rectificadores. Lograr una corrección de onda total, donde se utilizan los dos semiciclos de la onda de CA.

Una segunda etapa que comprende el circuito del canal medio. Esto puede estar comprendido por un acuerdo RC, en este sentido, que realiza el cambio a lo largo de todas las longitudes de onda de la etapa anterior a una tensión presente y continua.

Por último, la tercera etapa, que es el inversor, que cambia la corriente continua al intercambio de corriente. La capacidad de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de CC a un voltaje de rendimiento de CA simétrico, con la extensión y recurrencia que desea el cliente.

Uso de variadores de frecuencia en sistemas de presión de agua constante.

En las estructuras de peso de agua antiguas, la manera en que se controlaba la medida de la corriente era mediante el uso de estrangulamiento, es decir, utilizando

válvulas, pero en este caso se debe pagar un gasto excepcionalmente alucinante en lo que se refiere a desgracias.

Mientras que, con los marcos de control de velocidad, es posible cambiar las cualidades del sifón sin expandir apenas las desgracias, y los requisitos previos de influencia se reducen fundamentalmente a medida que la velocidad disminuye.

La Figura 54 muestra un examen estimado entre el nivel de utilización de intensidad requerido para varias velocidades de flujo con varios tipos de control. Como puede verse, el control de recurrencia es cada vez más convincente y la disminución lograda en correlación con el cuello de botella es sorprendente.

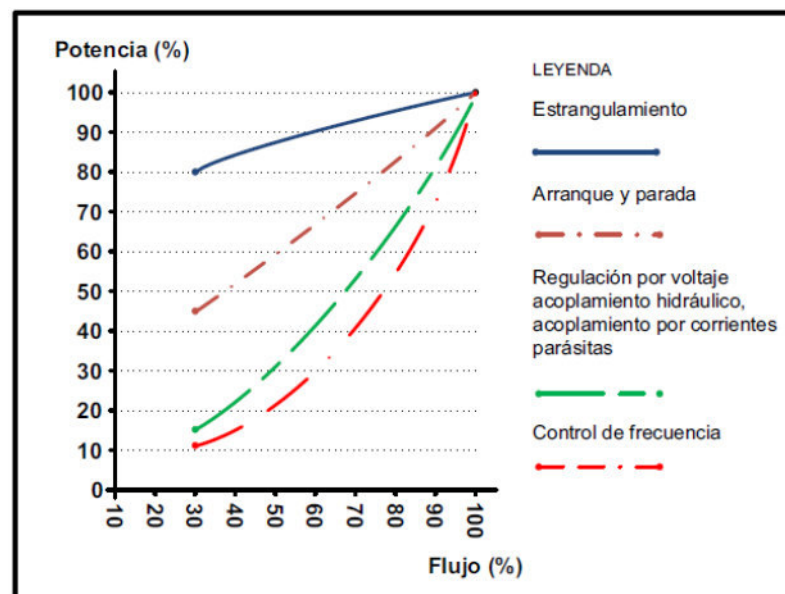


Ilustración 54: Consumo relativo de potencia en función del flujo con diferentes tipos de control

Con lo que se ha descubierto se puede llamar la atención a las circunstancias favorables fundamentales que utilizan variadores de recurrencia:

- Un comienzo dinámico, ya que siguiendo una pendiente que se aleja del aumento brusco de la velocidad de los componentes mecánicos acoplados al motor.
- Se prescinde del martillo hidráulico, ya que con la utilización de velocidades crecientes y pendientes de deceleración, las ondas de peso se mantienen a una distancia estratégica del marco.
- Se crea la prolongación de la existencia útil del hardware.
- Cuenta con un marco de seguridad y observación contra sobretensiones, fallas en el suelo, sobrecalentamiento, pérdida de la señal de entrada, etc.
- El inversor de recurrencia es el aparato correcto para lograr fondos de inversión de vitalidad y disminución de conmoción.

Controlador lógico programable (PLC)

Es un equipo electrónico que se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real, desarrollado para su funcionamiento en ambientes industriales.

Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de actuadores en la instalación. El PLC reúne las características físicas necesarias

para su correcto desempeño dentro del ámbito industrial, garantizando que el proceso que se vaya a controlar sea llevado de la mejor manera de acuerdo como haya sido programado.

Utilidad de los PLC.

Es un equipo electrónico destinado a programar y controlar procedimientos consecutivos, creados para la actividad en situaciones modernas.

Para que un PLC logre su trabajo de control, es importante programar con ciertos datos sobre los procedimientos a secuenciar. Esta información es recibida por los sensores, debido al programa racional interno, se ejecuta a través de los actuadores en el establecimiento. El PLC reúne las cualidades de las capacidades físicas para su correcta ejecución en el campo mecánico, asegurando que el procedimiento se vea como un control similar al que se ha modificado.

Tanto en el negocio como en las aplicaciones domésticas (calentamiento, iluminación, etc.), existe la necesidad de mecanizar para mejorar



Ilustración 55: Controlador Lógico Programable

Principales componentes de un PLC.

Un PLC es una máquina hecha de:

- Microprocesador.
- Interfaz de entrada / salida.
- Memoria.

En este último punto está el programa de aplicación creado por el cliente, que tiene las metodologías de control. El programa de aplicación se realiza desde un terminal de mano o desde una programación de PC adecuada. El lenguaje utilizado para escribir programas de computadora es básico y está disponible para todas las personas. Puede nombrar dialectos como: (Ladder), Lista de direcciones (Ensamblador), Estructurado

(similar a Pascal), Cuadrados de funciones, dependiendo del tipo de PLC que se elija, puede tener al menos uno de estos dialectos.

Presentan adaptabilidad en este momento de la correspondencia para tratar con un lenguaje fácil de usar, un nivel de administrador con una pantalla (HMI, Man Machine Interface) o un nivel de planta, por ejemplo, con un SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Hoy en día, una norma general reconocida es que los PLC son financieramente factibles en los marcos de control que esperan de tres a más o más transferencias. A pesar de los fondos de costos, PLCs.

Fiabilidad: una vez que se ha compilado un programa y se han encontrado y rectificado los errores, se pueden intercambiar y descargar diferentes PLC. Esto disminuye el tiempo de programación, disminuye el área y la rectificación de errores y construye una calidad inquebrantable. Con todas las razones que existen en la memoria de los PLC, no es probable que se cometan errores de cableado. El fundamento principal es para la fuente de alimentación y para las fuentes de información y los rendimientos.

Adaptabilidad: los ajustes del programa se pueden hacer simplemente apretando un par de teclas. Los OEM pueden, sin gran parte de una actualización extensiva del nuevo marco de transporte, a diferencia de una administración individual. El programa.

Capacidades propulsadas: los PLC pueden ejecutar una amplia variedad de mandados de control, desde una actividad aburrida solitaria hasta un control de información complejo. La institucionalización de PLC abre numerosas entradas y agiliza el trabajo para los profesores de apoyo.

Correspondencias: correspondencia con interfaces de administrador, otro PLC o PC, disposición de datos y comercio de datos.

Velocidad: dado que una parte de las máquinas mecanizadas procesan miles de cosas a cada momento (y los artículos están justo antes de ser detectados por varios segundos) numerosas aplicaciones para optimizar la capacidad de reacción rápida del PLC.

Diagnóstico: la capacidad para encontrar y resolver problemas de los gadgets de programación y diagnósticos que viven en el PLC, al igual que los clientes para encontrar y abordar eficazmente los problemas de programación y equipo.

Transmisor de presión.

Para la retroalimentación de la presión del sistema, se utiliza un transmisor de presión que convierte la variable física en una señal de corriente que puede ser interpretada por los variadores y el PLC. Son la nueva generación de instrumentos para medidas de presión. Su funcionamiento se basa en la deformación elástica de un elemento sensible, formado por un circuito electrónico sobre un soporte semirrígido y alimentado por corriente. Por acción de la presión, el soporte se deforma y con él el

circuito, provocando una modificación al paso de la corriente. Aparece, entonces, una variación de la señal eléctrica a la salida del circuito, que es utilizada para obtener una indicación del valor de presión.

La característica peculiar de los transmisores es la posibilidad de transmitir a distancia la señal eléctrica de salida que está estandarizada en 4 mA (miliamperios) para el valor mínimo de la escala, y 20 mA para el valor máximo. Las soluciones para la realización del elemento sensible permiten actualmente disponer de instrumentos para medir presiones de 0,1 a 1 bar.



Ilustración 56: Transmisor de presión

CAPITULO 3 – DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Condiciones iniciales.

El lugar no cuenta con redes de agua potable es por ello que se ha considerado abastecer el agua potable en forma indirecta a través cisterna.

Para el diseño de la cisterna, el Volumen necesario (m^3) se obtiene a partir de la infraestructura y de acuerdo a Norma RNE.

3.2 Datos iniciales.

Para calcular la demanda de consumo de agua por día se emplea un cuadro con la distribución de ambientes considerados en la arquitectura del lugar y teniendo en cuenta los parámetros mostrados según Norma RNE, y Infraestructura Hospitalaria.

Dotación diaria de agua potable = $20 \text{ m}^3/\text{día}$

Con la dotación de agua calculada ($m^3/\text{día}$) se obtiene el volumen útil mínimo a considerar para el diseño de la cisterna.

Almacenamiento de agua para 2 días (Volumen de Cisterna) = 40 m^3

3.3 Metodología de cálculo.

Se está considerando para el abastecimiento de agua y selección de equipos, la siguiente secuencia de cálculos:

- Evaluación y cálculo de demanda de consumo de agua.
- Cálculo del diámetro de la conexión Domiciliaria y Línea de Alimentación.
- Máxima Demanda Simultánea: Método de Hunter.

- Diseño de los sistemas de bombeo, elección de equipo de bombeo.

3.4 Cálculos de ingeniería.

3.4.1 Evaluación y Cálculo de Demanda de consumo de agua necesaria.

Cálculo de Demanda de agua fría:

Lo obtenemos sumando los productos parciales de los valores de dotaciones indicados en el ítem 2.2. de la Norma IS-010 del RNE y del ítem 6.3.5.1. del documento técnico de infraestructura hospitalaria elaborado por la DIGIEM MINSA, se muestran los parámetros establecidos en las normas vigentes.

Tabla 3: Cuadro de demanda de agua obtenido en Centro Materno

DESCRIPCIÓN						DOTACIÓN		VOLUMEN
ITEM	PISO	CONDICIÓN	Uso	Cantidad		Reglamento Nacional de Edificaciones		(lt/día)
1	1	Proyectado	Hospitalización	6	camas	600	Lt/Cama/día	3,600.00
2	2	Proyectado	Hospitalización	5	camas	600	Lt/Cama/día	3,000.00
3	1	Proyectado	Sala de Espera	81	asientos	3	Lt/asiento/dia	243.00
4	2	Proyectado	Sala de Espera	45	asientos	3	Lt/asiento/dia	135.00
5	2	Proyectado	Auditorio	38	asientos	3	Lt/asiento/dia	114.00
6	1	Existente	Oficina	122.6	m2	6	Lt/m2/dia	735.60
7	1	Proyectado	Almacén/ Depósito	133.8	m2	0.5	Lt/m2/dia	66.88

8	1	Existente	Consultorio	14	consult	500	Lt/consult./día	7,000.00
9	1	Existente	Consultorio	1	consult	100	Lt/consult./día	1,000.00
			Dental			0		
10	1	Proyectado	Laboratorio	2	lab	100	lt/lab/día	2,000.00
						0		
11	1	Existente	Jardín	175.9	m2	2	Lt/m2/día	351.86
12	1	Proyectado	Cocina	49.5	racon	8	Lt/racon/día	396.00
13	1	Proyectado	Comedor	27.35	m2	40	Lt/m2/día	1,094.00
								19,736.34

Teniendo en cuenta que: $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ lts}$

Entonces, la dotación diaria de agua potable será como mínimo de: $\text{DOT} = 20 \text{ m}^3/\text{día}$

Se va a considerar para el almacenamiento: $N^\circ \text{ días} = 2 \text{ días}$

Luego; el volumen útil mínimo de la cisterna de agua fría será de: $V_u \text{ Cist} = 40 \text{ m}^3$

Cálculo de Demanda de agua caliente:

Para determinar el volumen de almacenamiento de agua caliente, se considera la totalidad de los servicios y las etapas proyectadas para el desarrollo del proyecto. Así mismo se toma en cuenta lo estipulado por la Norma Técnica de Salud (NTS N°110-MINSA/DGIEM-V01), el mismo que indica lo siguiente:

a) Para las redes de agua caliente y los calentadores a vapor de 80°C son designados para cocina y lavandería.

Tabla 4: consumo de agua caliente

Hospitalización	250	Lt/Cama/día
Consultorio Médico	130	Lt/consult./día
Unidades Dentales	100	Lt/UD/día
Lavandería	20	Lt/Kg/día
Cocina	3	Lt/ración/día
Laboratorio	500	Lt/lab/día
Gimnasios	10	Lt/m2/día
Residencia	120	Lt/persona/día
Comedor	12	Lt/m2/día

Tabla 5: *demanda*

ITEM	PISO	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN			DOTACIÓN		VOLUMEN
			Uso	Cantidad		RNE		(lt/día)
1	1	Proyectado	Hospitalización	6	camas	250	Lt/Cama/día	1,500.00
2	2	Proyectado	Hospitalización	5	camas	250	Lt/Cama/día	1,250.00
3	1	Proyectado	Laboratorio	2	lab	500	Lt/lab/día	1,000.00
4	1	Proyectado	Cocina	50	ración	3	Lt/UD/día	148.50
								3,898.50

Teniendo en cuenta que: $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ lts}$

Entonces, la dotación diaria de agua caliente a 55°C será de: $\text{DOT} = 3.9 \text{ m}^3/\text{día}$

Para el Centro Materno infantil I tenemos que:

- a) El almacenamiento diario de agua caliente es $2/5$ de la dotación $1,559.40 \text{ lts}$
- b) La capacidad horaria del equipo de producción es $1/6$ de la dotación 649.75 lts/hr

3.4.2 Cálculo del diámetro de la conexión Domiciliaria y Línea de Alimentación.

Para el dimensionamiento de la línea de alimentación así como el diámetro de la conexión predial se procederá a efectuar dicho cálculo partiendo de los datos de diseño establecido en la dotación diaria de agua fría.

Datos de Diseño:

Presión mínima en la red pública (15 PSI dato asumido) $\text{Pr} = 5.00 \text{ mca}$

Presión mínima del agua en la salida a la Cisterna..... $\text{Ps} = 1.50 \text{ mca.}$

Volumen útil requerido para almacenamiento de agua potable (mín.) $\text{Vc} = 20 \text{ m}^3$

Tiempo de llenado de la Cisterna (valor máximo asumido)..... $\text{Tc} = 6.00 \text{ horas}$

Cota de tubería del punto de empalme a la red pública..... $\text{CT1} = -0.55 \text{ msnm}$

Cota de tubería en el jardín donde se ubicarán las conex.Domc $\text{CT2} = -0.55 \text{ msnm}$

Cota de tubería en cuarto de bombas de la cisterna de agua dura $\text{CT3} = 0.40 \text{ msnm}$

Cota de tubería en el ingreso a la cisterna de agua dura..... $\text{CT4} = -0.10 \text{ msnm}$

Cálculo del desnivel de Ingreso a la cisterna de agua dura:

$\text{He} = \text{CT4} - \text{CT2}$ Reemplazando valores..... $\text{He} = 0.45 \text{ mt}$

OPCIÓN N° 1

a) Caudal de agua que ingresa a la cisterna:

$$Q_c = V_c / T_c \quad \text{Reemplazando valores.....} Q_c = 0.93 \text{ lt/seg}$$

$$Q_c = 14.68 \text{ gpm} \quad ; \quad Q_c = 3.33 \text{ m}^3/\text{Hr}$$

b) Pérdida de carga total:

$$Pr = H_f + H_e + P_s$$

$$\text{Despejando } H_f, \text{ tendremos que.....} H_f = Pr - (H_e + P_s)$$

$$\text{Reemplazando valores, la pérdida de carga total será de....} H_f = 3.05 \text{ mt}$$

$$H_f = 4.34 \text{ psi}$$

c) Selección del diámetro del medidor:

$$\text{Considerando que la pérdida de carga en el medidor debe ser.....} H_m < 50\% H_f$$

$$\text{Reemplazando valores, tendremos.....} H_m < 1.53 \text{ mt}$$

$$H_m < 2.17 \text{ psi}$$



Ilustración 57

Diám = 1.00 pulg ; Hm = 2.00 psi ; Hm = 1.41 mca

Se cumple lo requerido con: 01 medidor de DN 25 mm.

Tubería de alimentación a la cisterna.

a) Datos para el cálculo:

Caudal requerido de la red pública.....Qc = 0.93 lt/seg

Pérdida de carga total.....Hf = 3.05 mt

Pérdida de carga en el Medidor de Ø1".....Hm = 1.41 mt

De la Ecuación de Continuidad: para el caudal se tiene:

$$Q = v.A$$

Sabemos que:Veloc = $1.973525 \times Q_i / D_i^2$

Veloc. (m/seg); Q (lt/seg); Di (pulg)

Considerando que.....Veloc = [0.60 - 2.00] mt/seg

Tendremos que:

Tabla 6: Valores

Q (lt/seg)	Di (pulg)	Veloc (m/s)	Cumple
0.93	1	1.83	NO
0.93	1.5	0.81	SI
0.93	2	0.46	NO

Luego; tomando en cuenta la velocidad, tendremos....Ø Acometida = 1.50

b) Pérdida de carga disponible en la tubería de alimentación a la cisterna proyectada

$$H_f' = H_f - H_m$$

Reemplazando valores, tendremos que..... $H_f' = 1.64$

c) Línea de alimentación del medidor a cisterna:

De acuerdo al plano, tenemos que se alimenta a 2 cisternas, por ello la tubería de alimentación a lo largo de su recorrido a la Cisterna estará compuesta por:

i) Tramo: Conexión Domic. hasta Ingreso a Cisterna:...L tub = 26.89 mt

ii) Tramo: Al Interior de la Cisterna.....L tub = 7.00 mt

d) Pérdida de carga en la tubería de alimentación a la cisterna.

Tomando en consideración las pérdidas de carga locales por accesorios según diámetro, tenemos:

Diámetro	Codo	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula Cpta	Válv. Check	Valv. Flotadora
0.5	0.739	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1.477	5.000
0.75	1.08	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	2.159	5.000
1	1.42	2.045	0.477	0.375	0.216	0.216	2.841	5.000
1.25	1.818	2.618	0.611	0.48	0.278	0.278	3.638	5.000
1.5	2.159	3.109	0.725	0.57	0.328	0.328	4.318	5.000
2	2.841	4.091	0.954	0.75	0.432	0.432	5.682	5.000
2.5	3.58	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	7.159	5.000
3	4.261	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	6.523	5.000
4	5.682	9.182	1.9	1.5	0.864	0.864	11.364	5.000
6	8.523	12.27	2.881	2.25	1.295	1.295	17.045	5.000

De acuerdo al plano, tenemos las siguientes válvulas y accesorios:

Ubicación	Codo	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula Cpta	Válv. Check	Valv.Fluidadora
Conex.-Deriv.	2	0	0	0	0	1	0	0
Deriv.-Cist	2	1	0	0	0	1	0	1

Calculando la pérdida de carga total desde la caja de conexión domiciliaria hasta la Cisterna:

- i) Tramo: Conexión Domic. hasta Ingreso a Cisterna: Diam = 1.50 pulg
- ii) Tramo: Al Interior de la Cisterna : Diam = 1.50 pulg

TRAMO	Qb (lt/s)	Ch-W	Di (pulg)	S (m/m)	Veloc. (m/s)	L tub (ml)	L eq (ml)	L tot (ml)
Conex - Cist	0.93	140	1.5	0.022	0.81	26.89	6.96	33.85
Int. De Cist.	0.93	140	1.5	0.022	0.81	7	15.29	22.29

Entonces, la pérdida de carga desde la red pública hasta la Cisterna será:

$H_f'' = 1.26 \text{ mca}$ Luego; se cumple que $H_f' > H_f''$.

e) Selección del diámetro de la tubería de alimentación a la cisterna.

Como $H_f' > H_f''$; la tubería de alimentación a la Cisterna podrá ser de:

Diám = 1.50 pulg

Este diámetro es mínimo y corresponde al tramo que va desde la conexión domiciliaria hasta la cisterna.

3.4.3 Máxima Demanda Simultánea: Método de Hunter.

Máxima demanda de agua fría.

Método de Hunter

Esta estrategia comprende la asignación de un dispositivo limpio o la recopilación de ensamblajes mecánicos estériles, varias "unidades de costo" o "peso" decididas tentativamente. La "unidad de consumo" es la que se compara con el lanzamiento de una letrina típica con una distancia de $1 \frac{1}{4}$ "a través del dispositivo limpio, proporcional a un pie cúbico por cada momento (7.48 lacy / min o 0.47 lt / s).

Para decidir el interés concurrente más extremo, se debe utilizar la estrategia de Hunter.

Tabla 7: *Demanda interna y externa*

APARATOS SANITARIOS / EQUIPOS	PRIVADO	PÚBLICO
Inodoro c/Válv. Flux. (C-1 y C-1a)	6	8
Lavamanos (A-3, A-5, A-5a)	0.75	1.5
Lavamanos (A-2, A-2a)	0.75	1.5
Lavadero Cocina (B-1, B-1a, B-9, B-9a))	2	3
Lavadero de Ropa	2	2
Ducha	1.5	3
Urinario c/Válv. Flux	5	5
Lavatrapo	2	2
Grifo de Riego 3/4"	8	8
Lavadero c/trampa de Yeso (B-45)	2	2
Tanque Hubbard (E-1)	25	25
Pistola de Lavado de Coches a Vapor	1.5	1.5
Botadero Clínico con fluxómetro	6	6
Lavadero de cocina de 03 pozas (B-18a)	6	6
Máquina eléctrica peladora de papas		2
Lavadero de 02 pozas c/Triturador de Desperdicio (B-23a)	4	4
Lavadora Centríf. De Ropa a Vapor 25 kg	15	15
Lavadora Centríf. De Ropa a Vapor 50 kg	30	30
Lavadora centrifuga automatica de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 13 Kg.	6	6

La máxima demanda simultánea total de agua fría, ha sido determinada en base a la totalidad de aparatos sanitarios previstos en cada uno de los pisos y en la totalidad del centro de salud, tal como se observa en los siguientes cuadros.

N° DE PISO	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CONDICIÓN	USO	PARCIAL (UH)	TOTAL (UH)
1	A-1	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, tipo ovalín con o sin pedestal, control de mano, agua fría	6	PROYECTADO	PRIVADO	0.75	4.5
1	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente	16	PROYECTADO	PRIVADO	0.75	12
1	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría	34	PROYECTADO	PRIVADO	0.75	25.5
1	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría	11	PROYECTADO	PUBLICO	1.5	16.5
1	B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurrido, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría	7	PROYECTADO	PRIVADO	2	14
1	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurrido	5	PROYECTADO	PRIVADO	2	10
1	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con portagrifería de una poza y un escurrido, agua fría y agua caliente	6	PROYECTADO	PRIVADO	2	12
1	B-23a	Lavadero de acero inoxidable de 2 pozas especiales de fondo alto de 24"x44"; cada poza dispondrá de grifería para salidas de agua fría y caliente a la pared, con control de codo y/o muñeca	1	PROYECTADO	PRIVADO	4	4
1	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	2	PROYECTADO	PRIVADO	6	12
1	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas	6	PROYECTADO	PRIVADO	4	24
1	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica	19	PROYECTADO	PRIVADO	6	114
1	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica	5	PROYECTADO	PUBLICO	8	40
1	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica para discapacitado	3	PROYECTADO	PUBLICO	8	24
1	C-4	Inodoro de cerámica o loza vitrificada de tanque bajo	12	PROYECTADO	PRIVADO	3	36
1	C-4	Inodoro de cerámica o loza vitrificada de tanque bajo	5	PROYECTADO	PUBLICO	5	25
1	C-9	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared	2	PROYECTADO	PRIVADO	5	10
1	C-9	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared	2	PROYECTADO	PUBLICO	5	10
1	D-220	Lavadora automática de chatas	2	PROYECTADO	PRIVADO	2	4
1	D-248	Baño maría de 10 a 15 lt	3	PROYECTADO	PRIVADO	1.5	4.5

1	D-352	Esterilizador con generador eléctrico de vapor vertical de 30 litros	2	PROYECTADO	PRIVADO	1.5	3
1	D-41	Unidad Dental Completa	2	PROYECTADO	PRIVADO	1	2
1	E-130	Bidestilador de agua 4 litros/h	1	PROYECTADO	PRIVADO	1	1
1	E-209	Equipo con pistola a presión para lavado de coches	1	PROYECTADO	PRIVADO	1.5	1.5
1	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente	12	PROYECTADO	PRIVADO	1.5	18
1	F-1b	Duchas de emergencia para laboratorio	1	PROYECTADO	PRIVADO	1.5	1.5
2	A-1	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, tipo ovalín con o sin pedestal, control de mano, agua fría	4	PROYECTADO	PRIVADO	0.75	3
2	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría	6	PROYECTADO	PRIVADO	0.75	4.5
2	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría	2	PROYECTADO	PUBLICO	1.5	3
2	B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría	3	PROYECTADO	PRIVADO	2	6
2	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor	2	PROYECTADO	PRIVADO	2	4
2	B-12	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca	2	PROYECTADO	PRIVADO	2	4
2	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	1	PROYECTADO	PRIVADO	6	6
2	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas	3	PROYECTADO	PRIVADO	4	12
2	B-100	Baño de Artesa	1	PROYECTADO	PRIVADO	1.5	1.5
2	B-102a	Lavadero de loza vitrificada o de acero inoxidable para cirujano, con grifería modelo cuello de ganso especial con control de rodilla cormada	2	PROYECTADO	PRIVADO	0.75	1.5
2	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica	7	PROYECTADO	PRIVADO	6	42
2	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica	3	PROYECTADO	PUBLICO	8	24
2	C-4	Inodoro de cerámica o loza vitrificada de tanque bajo	2	PROYECTADO	PRIVADO	3	6
2	C-9	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared	1	PROYECTADO	PRIVADO	5	5
2	C-9	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared	1	PROYECTADO	PUBLICO	5	5
2	D-217	Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 50 litros	2	PROYECTADO	PRIVADO	2	4

2	D-220	Lavadora automática de chatas	1	PROYECTADO	PRIVADO	2	2
2	E-130	Bidestilador de agua 4 litros/h	1	PROYECTADO	PRIVADO	1	1
2	E-209	Equipo con pistola a presión para lavado de coches	1	PROYECTADO	PRIVADO	1.5	1.5
2	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente	7	PROYECTADO	PRIVADO	1.5	10.5
							575.5

Luego; la Máxima demanda simultánea de agua fría será equivalente $MDS = 5.70 \text{ lts/seg}$

Máxima demanda simultánea de agua caliente.

Para la determinación de la máxima demanda simultánea se requiere utilizar el método de Hunter

APARATOS SANITARIOS / EQUIPOS	PRIVADO	PÚBLICO
Lavamanos	0.75	1.5
Lavadero Cocina (B-1, B-1a, B-9, B-9a))	2	3
Lavadero de Ropa	2	2
Ducha	1.5	3
Lavador automático de chatas	2	2
Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 200 litros	3	3
Lavador Desinfectador c/barrera Sanit.	3	3
Botadero Clínico con fluxómetro	2	2
Lavadero c/trampa de Yeso (B-45)	2	2
Lavadero de 02 pozas c/Triturador de Desperdicio (B-23a)	4	4
Baño María de 10 a 15 litros	1.5	1.5

Para el sistema de agua caliente (a 55°C), se estimó una máxima demanda simultánea de:

CODIGO	NIVEL DE PISO	Cantidad	Descripción	Condición	Uso	PARCIAL U.H.	TOTAL U.H.
A-2a	1	16	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente	Proyectado	PRIVADO	0.75	12
B-9	1	5	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor	Proyectado	PRIVADO	2	10
B-11	1	6	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con portagrifería de una poza y un escurridor, agua fría y agua caliente	Proyectado	PRIVADO	2	12
B-23a	1	1	Lavadero de acero inoxidable de 2 pozas especiales de fondo alto de 24"x44"; cada poza dispondrá de grifería para salidas de agua fría y caliente a la pared, con control de codo y/o muñeca	Proyectado	PRIVADO	4	4
B-50	1	2	Lavadero de loza vitrificada o de acero inoxidable para cirujano, con grifería modelo cuello de ganso especial con control de rodilla cormada	Proyectado	PRIVADO	2	4
D-220	1	2	Lavadora automática de chatas	Proyectado	PRIVADO	2	4
F-1	1	6	Salida de ducha de agua fría y caliente	Proyectado	PRIVADO	1.5	9
B-9	2	2	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor	Proyectado	PRIVADO	2	4
B-12	2	2	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca	Proyectado	PRIVADO	2	4
B-50	2	1	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	Proyectado	PRIVADO	2	2
B-100	2	0	Baño de Artesa	Proyectado	PRIVADO	1.5	0
B-102a	2	2	Lavadero de loza vitrificada o de acero inoxidable para cirujano, con grifería modelo cuello de ganso especial con control de rodilla cormada especial con control de rodilla cormada	Proyectado	PRIVADO	0.75	1.5
D-220	2	1	Lavadora automática de chatas	Proyectado	PRIVADO	2	2

F-1	2	5	Salida de ducha de agua fría y caliente	Proyectado	PRIVADO	1.5	7.5
							76

Luego; la MDS de agua caliente de 55°C será equivalente a: 2.30 lts/seg

3.4.4 Diseño de los sistemas de bombeo.

Para agua fría.

Datos para el diseño:

- a) Caudal Total de bombeo Qb = 5.70 lps
- Caudal de 01 Eq. de Bombeo Qb = 2.85 lps
- b) Presión de salida (Ps) (25 psi en inod. con flux.) P = 17.60 mca
- c) Cota del nivel mínimo de agua en la cisterna de agua dura Cnma = -3.55 mt
- d) Cota de la tubería en el punto de salida más desfavorable Cpmd = 4.65 mt
- e) Se ha considerado las pérdidas de carga locales por accesorios del siguiente

cuadro:

DIAMETRO	CODO	TEE	REDUCCION			V. COMP.	MEDIDOR	CHECK		PIE
			d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4			VERTICAL	HORIZONTAL	
1/2	0.532	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1	1.477	1.099	3.599
3/4	0.777	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	1	2.159	1.606	5.26
1	1.023	2.046	0.477	0.375	0.216	0.216	1	2.841	2.114	6.92
1 1/4	1.309	2.618	0.611	0.48	0.276	0.276	1	3.636	2.705	8.858
1 1/2	1.554	3.108	0.725	0.57	0.328	0.328	1	4.318	3.213	10.52
2	2.045	4.09	0.954	0.75	0.432	0.432	1	5.682	4.227	13.84
2 1/2	2.577	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	1	7.159	5.326	17.44

3	3.068	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	1	8.523	6.341	20.76
4	4.091	8.182	1.909	1.5	0.864	0.864	1	11.364	8.454	27.682
6	6.136	12.27	2.364	2.25	1.295	1.295	1	17.048	12.682	41.52

f) Se ha considerado el siguiente cuadro para los diámetro interiores de los tipos de material y coeficiente Hazen:

PVC	150	COBRE	140	SCH 40	120	
D (pulg)	D inte (mm)	D(pulg)	D int (mm)	D (pulg)	D inte (mm)	pulg
1/2	15.2	1/2	13.84			
3/4	20.7	3/4	19.95			
1	26.2	1	26.03			
1 1/4	34.8	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.38
1 1/2	40.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.61
2	52.2	2	50.41	2	52.5	2.07
2 1/2	66	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.47
3	80.1	3	74.79	3	77.92	3.07
4	103.2	4	99.22	4	102.3	4.03

Altura Dinámica Total

$$HDT = H_g + H_{f \text{ tub}} + H_f + P_s$$

Donde:

HDT.....Altura Dinámica Total (mca)

H_g.....Altura Geométrica (mt)

H_{f tub}.....Pérdida de carga en la tubería por longitud y accesorios (mt)

P_s.....Presión de salida en el punto más desfavorable (mt)

a) Altura Geométrica

$H_g = 8.20 \text{ mt}$ (Altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

b) Pérdida de Carga en la tubería por longitud y accesorios (mt)

- Pérdida de Carga desde sistema de bombeo hasta el punto de salida más desfavorable

Se emplea la Formula de HAZEN WILLIAM

$$hf = \left(\frac{10.69}{C^{1.852}} \right) \left(\frac{L + Leq}{D^{4.87}} \right) Q^{1.852}$$

Tramo	UH	Q	DN	Di	V	Cantidad de Accesorios										Leq Acc.	L Tub	L Tot	C	hf	Pr	
x-y		l/s	pulg	mm	m/s	CO DO	TE E	REDUCCION			V. CO MP .	MED IDO R	CHECK		P I E	m	m	m	HyW	m	m	
								d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4			VERT	HORIZ								
A																						17.6
A-B	6	0.94	1 1/4	32.1	1.16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.93	2	5.93	140	0.32	18.5	
B-C	8.25	1.01	1 1/4	32.1	1.24	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	8.13	4.4	12.53	140	0.76	16.2	
C-D	9.75	1.05	1 1/4	32.1	1.3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.62	0.11	2.73	140	0.18	18.7	
D-E	14.25	1.18	1 1/4	32.1	1.45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.62	1.23	3.85	140	0.31	16.5	
E-F	15	1.19	1 1/2	38.2	1.04	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3.44	0.8	4.24	140	0.15	16.6	
F-G	15.75	1.21	1 1/2	38.2	1.06	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	6.54	6.14	12.68	140	0.47	17.1	
G-H	17.75	1.26	1 1/2	38.2	1.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.11	0.28	3.39	140	0.13	17.2	
H-I	25.25	1.44	1 1/2	38.2	1.25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.11	8.55	11.66	140	0.59	17.8	
I-J	46.25	1.87	2	50.4	0.94	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4.52	2.48	7	140	0.15	18	
J-K	50.25	1.97	2	50.4	0.99	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8.18	1.1	9.28	140	0.22	18.2	
K-L	91.25	2.46	2	50.4	1.23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	8.73	12.82	140	0.45	18.4	
L-M	121.3	2.73	2	50.4	1.37	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6.14	5.46	11.6	140	0.5	18.9	
M-N	153.3	2.98	2	50.4	1.49	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	1.3	5.39	140	0.27	19.2	
N-O	157.3	3.01	2	50.4	1.51	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4.52	1	5.52	140	0.28	19.5	
O-P	157.3	3.01	2	50.4	1.51	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	5.4	9.49	140	0.49	23.9	
P-Q	181.8	3.21	2	50.4	1.61	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	1	5.09	140	0.29	27.5	
Q-R	267	3.84	2 1/2	62.9	1.24	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5.7	2.17	7.87	140	0.22	27.7	
R-S	271	3.87	2 1/2	62.9	1.25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	7.11	12.26	140	0.34	28	
S-T	281.5	3.95	2 1/2	62.9	1.27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	2.32	7.47	140	0.22	27.9	

T-U	293.5	4.06	2 1/2	62.9	1.31	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	3.46	8.61	140	0.26	28
U-V	347.8	4.37	2 1/2	62.9	1.41	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	1.36	6.51	140	0.23	28.3
V-W	364.3	4.41	2 1/2	62.9	1.42	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	3.04	8.19	140	0.29	28.2
W-X	370.3	4.43	2 1/2	62.9	1.43	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	3.48	8.63	140	0.31	28.3
X-Y	377.8	4.45	2 1/2	62.9	1.43	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	2.19	7.34	140	0.26	28.5
Y-Z	385.3	4.53	2 1/2	62.9	1.46	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	4.03	9.18	140	0.34	28.5
Z-A'	398	4.69	2 1/2	62.9	1.51	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	0.37	5.52	140	0.22	28.5
A'-B'	451	5.02	2 1/2	62.9	1.62	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15.4 6	10.4	25.86	140	1.17	29.7
B'-C'	476	5.17	2 1/2	62.9	1.66	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	0.16	5.31	140	0.25	28.8
																hf total			9.68		

- Pérdida de Carga en la línea de Succión
Fricción en Tuberías de Succión

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(l/s)	(l)	HyW	(pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	5.7	3	120	3	77.92	1.2	0.161
2	2.85	0.5	120	2	52.5	1.3	0.051
Total Perdida de Carga por Fricción							0.212

Pérdida de Carga por accesorios

Item	Accesorios	Cant	Di	Di	Leq	Q	hk
			(pulg)	(mm)	(m)	(l/s)	(m)
1	canastilla	1	3	77.9	20.8	2.85	0.154
2	válvula de compuerta	1	3	77.9	0.65	2.85	0.005
3	Tee con reducción	4	3	77.9	6.14	2.85	0.182
4	codo	1	3	77.9	3.07	2.85	0.023
5	válvula de compuerta	1	2 1/2	62.7	0.54	2.85	0.012
Total pérdida de Carga por accesorios							0.375

- Pérdida de Carga en la línea de Impulsión

Fricción en Tuberías de Impulsión

Tramo	Caudal	longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(l/s)	(l)	HyW	(pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	2.85	0.6	120	2	52.5	1.3	0.06
2	5.7	10	120	2 1/2	62.73	1.8	1.54
Pérdida de Carga por fricción							1.6

Pérdida de Carga por Accesorios

ítem	Accesorios	cant	Di	Di	Leq	Q	hk
			(pulg)	(mm)	(m)	l/s	(m)
1	válvula check	1	2	52.5	4.2	2.9	0.214
2	válvula de compuerta	1	2	52.5	0.4	2.9	0.022
3	Tee con reducción	1	2 1/2	62.73	5.2	2.9	0.110
4	codo 90°	5	2 1/2	62.73	5.2	2.9	0.549
6	manómetro	1	2 1/2	62.73	0.8	2.9	0.017
Total pérdida de Carga por accesorios							1.824

Se han obtenido los siguientes valores:

*Pérdida de carga total en la ruta crítica = 9.68 mt

*Pérdida de carga dentro del cuarto de bombas :

*Pérdida de carga en la línea de succión 0.59 mt

*Pérdida de carga en la línea de impulsión 3.42 mt

Hf tub= 13.68 valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable

Entonces Tenemos:

Hg = 8.20 mt (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

Hf tub = 13.68 mca (valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable)

Ps = 17.60 mt (valor equivalente a la presión mínima para el funcionamiento de una válvula fluxométrica para inodoro)

Luego; la HDT calculada será de.....HDT = 39.48 mca

Selección de Equipo de Bombeo

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas.....De velocidad variable a presión constante
- b) Cantidad..... 02 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento.....Alternado / Simultáneo
- d) Eficiencia hidráulica.....60%
- e) Eficiencia del motor (efic. eléctrica).....75%

Tendremos que:

* Caudal de bombeo total.....Qb = 5.70 lt/s

Se utilizarán 2 bombas 2 BOMBAS

* Caudal de cada Electrobomba.....Q'b = 2.85 lt/s

* Altura Dinámica Total para cada Electrobomba.....HDT' = 39.48 mca

Luego:

* Potencia hidráulica para cada Electrobomba.....POTh' eb = 2.60 HP

* Potencia eléctrica para cada Electrobomba.....POTe' eb = 3.47 HP

Características del equipo de bombeo de agua fría:

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	2.85	l/s
Altura Dinámica Total	40.00	m
Potencia de cada bomba aprox	2.60	HP
Eficiencia bomba aprox	60%	
Potencia motor aprox	3.50	HP
Cantidad	3.00	Unid
Diametro de succión	3.00	pulg
Diametro de impulsión	2 1/2	pulg

Se requerirá de 03 electrobombas de presión constante y velocidad variable, funcionarán 02 de forma simultánea y 01 de reserva, alternadamente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

1. Inicialmente como primer objetivo se consigue obtener la demanda de agua necesaria por día (20 m³) y teniendo como base almacenar agua para 2 días el volumen para almacenamiento en cisterna es de 40 m³, inicialmente serán abastecidos por camiones cisternas hasta que se tenga redes de abastecimiento de agua en la zona.
2. Se determinan características principales del sistema, tales como:
 - Diámetro de tubería de conexión domiciliaria y línea de alimentación proyectada (1.5").
 - Una toma de conexión con tubería de alimentación de diámetro 4" para abastecimiento desde camiones cisterna hacia las cisternas.
 - Dos Cisternas de agua. Para almacenamiento (20 m³) y reserva de agua (20 m³)
 - Aparatos sanitarios de inodoros y urinarios serán del tipo fluxómetro de descarga reducida (presión mínima de trabajo 25lbs/pulg)
 - Se ha previsto el uso de equipos de bombeo directo desde las cisternas de almacenamiento a las redes de distribución interiores, empleando bombas de velocidad variable y presión constante.
 - La distribución está en relación al consumo promedio de todos los servicios, el cálculo se ha considerado mediante el sistema de unidades

Hunter (Caudal máximo de consumo es de: 5.70 Lts/Seg) con ello se determinó el caudal de los equipos de bombeo.

3. Con los siguientes parámetros obtenidos se procede a validar el sistema de presión. Tenemos que:

Caudal total de bombeo ($Q_b=5.7$ lps)

Altura Dinámica Total para electrobomba ($HDT'=39.48$ mca)

Se utilizarán 2 bombas ($Q_b=2.85$ lps) c/u.

Las características del equipo de bombeo a emplear:

Tipo presión constante y velocidad variable

Caudal de la bomba (2.85 lt/s)

Altura dinámica total (40 m)

Potencia de cada bomba aprox. (2.6 HP)

Eficiencia de bomba aprox. 60%

Potencia de motor (3.5 HP)

Diámetro de Impulsión (3")

Diámetro de Succión (2.5")

Se requiere 3 electrobombas de presión constante y velocidad variable

funcionan 2 en simultaneo y 1 reserva, alternadamente

Recomendaciones: dentro de las recomendaciones hay que mencionar lo siguiente.

No descuidar el llenado de agua en las cisternas de almacenamiento y reserva para garantizar la operatividad de los equipos.

Se deben verificar mensualmente los equipos de bombeo para lograr ahorro de energía y evitar pérdidas en consumo de energía, y alargar el tiempo de vida.

BIBLIOGRAFIA

Libros:

Crespo Martínez, Antonio., (2006) Mecánica de fluidos 2ª Edición. Madrid, Thomson.

Diez, Pedro Fernández. (2007) Bombas centrífugas y volumétricas.

Harper Enríquez, (2008) Cálculo de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias,

Residenciales y Comerciales. 1ª Edición. México, Limusa.

J.W.J. de Wekker V., (Junio 2004) Sistemas de Bombeo, Características y

Dimensionamiento – Charla dictada en la Universidad Católica Andrés Bello.

Mataix, Claudio., (2006) Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas. 2ª Edición.

México, Alfaomega.

Mott, Robert L. (2006) Mecánica de Fluidos. México: Pearson Educación, sexta edición.

Nelson Castro, Jorge Garzón, Rafael Ortiz. (2006) Aplicación de los métodos para el cálculo de caudales máximos probables instantáneos, en edificaciones de diferente tipo. s.l.: Seminario Iberoamericano sobre sistemas de abastecimiento urbano de agua.

Unda Opazo, Francisco. (1969) Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública, 1ª Ed., Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana.

Ven Te Chow. (1994) Hidráulica Aplicada. Ed. Mc. Graw-Hill Interamericana.

Documentos Tecnicos:

IS.010. Instalaciones Sanitarias para Edificaciones - Reglamento Nacional de

Edificaciones (2006) – Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria (1996) – Dirección

General del Salud de las Personas – Ministerio de Salud

Monografía Técnica:

“Sistema de abastecimiento de agua por presión constante y velocidad variable para hospital” Ing. Saulo Aliaga Sánchez .